

## PROJECTE O TESINA D'ESPECIALITAT

**Títol**

**LA ACCESIBILIDAD A LOS AEROPUERTOS POR  
FERROCARRIL**

**Autor/a**

**Robert Cortés Sáenz**

**Tutor/a**

**Dr. Andrés López Pita**

**Departament**

**Infraestructura del Transport i del Territori (ITT)**

**Intensificació**

**Ferrocarrils**

**Data**

**Setembre 2016**



## RESUMEN

Título: La accesibilidad a los aeropuertos por ferrocarril

Autor: Robert Cortés Sáenz

Tutor: Dr. Andrés López Pita

Palabras clave: ferrocarril, complementariedad, Europa, conexión aeroportuaria, alta velocidad

La accesibilidad aeroportuaria se puede entender como una medida para describir la dificultad que representa, para los pasajeros aéreos potenciales, el hecho de alcanzar un determinado aeropuerto. De esta manera, representa un criterio importante para la elección del aeropuerto por parte del pasajero.

En este sentido, los accesos ferroviarios representan un elemento importante en el conjunto de los diferentes modos de accesos aeroportuarios, tanto para los accesos de larga distancia como para los de corta distancia. Normalmente permiten un acceso rápido, evitando los atascos viarios que se pueden encontrar en la mayoría de áreas metropolitanas europeas, y tienen una alta capacidad de transporte. Adicionalmente, en muchos servicios ferroviarios de corta distancia, ofrecen un alto número de frecuencias, lo cual es conveniente para el pasajero ya que los tiempos de espera se ven reducidos.

Varios elementos de la accesibilidad terrestre de los aeropuertos europeos, ha cambiado en las últimas décadas. Cada vez más operadores por toda Europa, ven los accesos ferroviarios de larga distancia como un factor muy importante para aumentar el área de influencia y de captación del aeropuerto, en especial a partir de las líneas de Alta Velocidad.

Hace treinta años, los servicios de Alta Velocidad eran vistos como un modo de transporte competidor y rival de los servicios aéreos. En 1982, la compañía aérea Air France se vio obligada a reducir drásticamente el número de vuelos en la relación París-Lyon debido a la introducción del tren de Alta Velocidad TGV, que unió las dos ciudades en un tiempo de 2h. En esa época, no existía el concepto de interconexión y la competencia era total.

No obstante, no fue hasta el año 1994, con la entrada en servicio de las estaciones de los aeropuertos de Roissy Charles de Gaulle y de Lyon, que la complementariedad avión-AV se hizo realidad. Si hace treinta años la relación entre el transporte aéreo y de AV estaba sólo visto en términos de competitividad, actualmente ya no sucede lo mismo.

Sin embargo, resulta evidente que la complementariedad entre las infraestructuras ferroviarias y aéreas no puede, por sí misma, generar un trasvase significativo de tráfico hacia el ferrocarril. Es necesario e igualmente importante integrar las prestaciones necesarias para garantizar la continuidad del transporte.

En este ámbito, si los enlaces entre estaciones y terminales aeroportuarias están bien concebidos, como es el caso de los aeropuertos de París Charles de Gaulle o Frankfurt, a título indicativo, es posible transferir hacia el ferrocarril una gran parte de los tráficos aéreos afluyentes, en particular los procedentes de los vuelos de corto alcance, lo que se justifica tanto desde el punto de vista económico como ambiental.

En este trabajo estudiaremos la accesibilidad de los aeropuertos de las ciudades europeas más importantes y trataremos todo lo comentado anteriormente de forma exhaustiva.

## **ABSTRACT**

Title: La accesibilidad a los aeropuertos por ferrocarril

Author: Robert Cortés Sáenz

Tutor: Dr. Andrés López Pita

Key words: railway, complementarity, Europe, airport connection, high-speed rail

Airport accessibility can be understood as a measure to describe how difficult it is for potential air passengers to reach a particular airport. In this way, it is an important criterion for airport choice from the air passenger.

In this sense, rail accesses are an important element in the mix of airport access modes, both for long-distance and short-distance access. They usually allow a quick access, bypassing traffic jams found throughout many European metropolitan areas and have a rather high capacity. Additionally, with many short-distance rail services, they offer a high number of frequencies, which is convenient to the passenger, as waiting times are reduced.

Several elements of landside accessibility of airports, have changed in the past decades. More and more airport operators throughout Europe, see long-distance rail access as an important factor to extend their catchment and influence area, specially with high-speed lines.

Thirty years ago, high-speed rail services were seen as opponents of aeroplanes. In 1982, Air France airline was forced to reduce drastically the number of its flights between Paris and Lyon as the TGV joined the two cities in two hours. At that time, there was no interconnection and the competition was total.

However, it is only in the 90s, with the coming out in 1994 of the TGV stations of Roissy Charles de Gaulle and Lyon, that the high-speed-rail complementarity becomes a reality. If thirty years ago relations between the air and high-speed rail system were only regarded through competition, it is no longer the case today.

It is evident, however, that air-rail infrastructure complementariness alone cannot generate a significant movement of traffic to the railways. To ensure transport continuity, it is necessary and equally important to integrate the services required.

If station/airport terminal links are well designed, as is the case with Paris Charles de Gaulle or Frankfurt airports, for example, it is possible to transfer a large part of incoming air traffic, in particular from short-haul flights, which is both economically and environmentally justified.

In this dissertation, we are going to study the accessibility of airports from the most important cities in Europe, and we are going to deal exhaustively with everything said before.



# Agradecimientos

---

Primero de todo, quiero agradecer de todo corazón a mi tutor Dr. Andrés López Pita, persona que admiro y respeto profundamente, por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo y por haber confiado en mí. Sin él, no hubiese sido posible.

Usted me ha marcado un antes y un después en el mundo del ferrocarril y en el mundo de la educación universitaria; como profesional, como profesor y sobre todo como persona. Gracias por todas sus clases, por sus consejos profesionales durante las clases y después de ellas, por sus exámenes enfocados a la realidad profesional; siempre con el objetivo de esforzarse al máximo para el aprendizaje y disfrute del alumno.

Agradecer a mi mejor amigo Oliver, por haber estado siempre a mi lado, en los buenos y malos momentos. Por haberme ayudado con este trabajo y con muchas tantas cosas durante toda la carrera. Gracias por haber estado siempre allí.

A toda mi familia estadounidense, en especial a Raul, Elsa, Jay y Vanessa, que tanto aprecio y cariño tengo. Gracias por vuestro apoyo.

A toda mi familia colombiana, en especial a los mejores ingenieros de caminos de todo Colombia, Ricardo y Liliana, que tanto quiero.

A toda la gente de Altafulla, que me ha apoyado durante la realización de este trabajo, y durante toda la carrera.

Por último, y no por ello menos importante, dedicar esta Tesina con todo mi cariño a mis papás y a mis hermanos. Sin ellos tampoco hubiese sido posible. GRACIAS por toda vuestra insistencia, vuestro apoyo, vuestra ayuda, vuestra paciencia y sobre todo vuestro cariño.

Septiembre 2016



# Índice

---

<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivos y alcance de la Tesina .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Las principales ciudades europeas más allá de los Pirineos y los accesos a sus respectivos aeropuertos .....</b>	<b>3</b>
3.1 Espacio demográfico y económico europeo .....	3
3.1.1 Densidad de población .....	3
3.1.2 Espacios económicos europeos .....	4
3.1.3 Ciudades .....	4
3.2 Londres .....	6
3.3 París .....	9
3.4 Bruselas .....	14
3.5 Ámsterdam .....	18
3.6 Frankfurt .....	22
3.7 Múnich .....	28
3.8 Berlín .....	32
3.9 Viena .....	35
3.10 Milán .....	38
3.11 Roma .....	42
3.12 Conclusiones .....	45
<b>4. El papel jugado por el ferrocarril .....</b>	<b>48</b>
4.1 Comportamiento del pasajero .....	48
4.1.1 Elección del aeropuerto .....	48
4.1.2 Cuotas de mercado de acceso observadas .....	49
4.1.3 Elección del modo de transporte de acceso al aeropuerto .....	50
4.1.4 Caso de estudio: Londres-Heathrow .....	51
4.2 Los modos de acceso a los aeropuertos .....	52
4.2.1 Transporte privado .....	52
4.2.2 Transporte público .....	53
4.3 El ferrocarril .....	54
4.3.1 Historia .....	54
4.3.2 El ferrocarril como modo de acceso a los aeropuertos .....	54
4.3.3 Tipos de conexiones con el aeropuerto .....	55

4.3.3.1 Conexiones según la ubicación de la estación .....	55
4.3.3.2 Conexiones según los servicios ferroviarios de acceso .....	56
4.3.3.3 Conexiones según el trazado de acceso .....	60
4.4 Conclusiones .....	64
4.4.1 Cuando implementar una conexión ferroviaria en un aeropuerto .....	65
<b>5. La participación de las líneas de Alta Velocidad .....</b>	<b>66</b>
5.1 Las líneas de Alta Velocidad .....	66
5.1.1 El concepto de Alta Velocidad .....	66
5.1.2 La necesidad de un ferrocarril de alta calidad .....	67
5.1.3 Situación actual de la Alta Velocidad en Europa .....	67
5.2 La interacción tren-avión .....	68
5.2.1 Competitividad tren-avión .....	68
5.2.2 Complementariedad tren-avión .....	70
5.2.3 Cooperación tren-avión .....	71
5.3 Intermodalidad tren-avión .....	72
5.3.1 La intermodalidad Alta Velocidad-avión .....	73
5.3.1.1 Ventajas de los servicios de Alta Velocidad respecto al avión .....	74
5.3.1.2 Beneficios de la intermodalidad Alta Velocidad-avión .....	77
5.4 Alta Velocidad y conexiones aeroportuarias .....	78
5.4.1 Historia .....	78
5.4.2 Las conexiones en los aeropuertos .....	80
5.4.2.1 Decisión de implementar una conexión de Alta Velocidad .....	80
5.4.2.2 Criterios de proyecto .....	81
5.4.3 Caso comparativo de estudio: Lyon vs CDG .....	85
<b>6. Aplicación al caso español .....</b>	<b>89</b>
6.1 Introducción .....	89
6.2 Aeropuerto de Madrid-Barajas (MAD) .....	89
6.2.1 Conexiones ferroviarias en el aeropuerto .....	90
6.2.1.1 Metro .....	90
6.2.1.2 Cercanías.....	91
6.2.2 Posible conexión de Alta Velocidad .....	91
6.2.3 Cuotas de mercado .....	94
6.3 Aeropuerto de Barcelona-El Prat (BCN) .....	95
6.3.1 Conexiones ferroviarias en el aeropuerto .....	95
6.3.1.1 Cercanías .....	95

6.3.1.2 Metro .....	96
6.3.1.3 Futura conexión lanzadera .....	97
6.3.2 Cuotas de mercado .....	98
6.3.3 Línea de Alta Velocidad Madrid-Barcelona a su paso por el aeropuerto .....	99
<b>7. Conclusiones .....</b>	<b>102</b>
7.1 Acceso a los aeropuertos por ferrocarril .....	102
7.2 Conclusiones aeropuerto de Madrid-Barajas .....	106
7.3 Conclusiones aeropuerto de Barcelona-El Prat .....	107
<b>8. Recomendaciones .....</b>	<b>109</b>
 <b>Referencias .....</b>	 <b>113</b>
 <b>Índice de acrónimos .....</b>	 <b>119</b>
 <b>Índice de figuras .....</b>	 <b>120</b>
 <b>Índice de tablas .....</b>	 <b>126</b>

# Introducción

---

La colaboración entre el ferrocarril y la aviación, en el ámbito del acceso a los aeropuertos, se remonta a los años cincuenta del siglo XX, con el establecimiento de enlaces ferroviarios para posibilitar el desplazamiento por este modo de transporte a los aeropuertos de Berlín Schönefeld (1951) y Bruselas Zaventem (1955).

A partir de entonces, esta complementariedad se fue extendiendo al resto de los aeropuertos de las ciudades europeas más importantes, como Londres Heathrow a través del metro o Frankfurt a través de servicios ferroviarios regionales. De esta manera, la accesibilidad aeroportuaria mediante el ferrocarril fue creciendo y mejorando durante el paso de años, especialmente con el incremento de la movilidad a nivel global y con el aumento del tráfico aéreo y la congestión viaria.

Inicialmente, los enlaces ferroviarios conectaban el centro de las grandes metrópolis con sus respectivos aeropuertos. No fue hasta principios de los años ochenta, cuando los primeros aeropuertos como Frankfurt o Ámsterdam, dispusieron de conexiones que ofrecían al viajero la posibilidad de utilizar servicios ferroviarios integrados en la red de larga distancia del país.

La idea de complementariedad entre los servicios aéreos y los de Alta Velocidad en los aeropuertos, se remonta a fechas mucho más recientes. En Europa, surgió en la primera mitad de los años noventa en Francia, con la apertura a la explotación comercial de la estación TGV en el aeropuerto de Lyon-Satolas el año 1994, hoy llamado Saint-Exupéry. En noviembre del mismo año, se inauguró la estación de Alta Velocidad TGV en el aeropuerto de Charles de Gaulle, a través de la línea TGV-Interconexión. A partir de entonces, la integración de los grandes aeropuertos europeos a la red europea de Alta Velocidad, ha experimentado un progreso considerable, como veremos a lo largo del trabajo.

La presente Tesina estudia las conexiones aeroportuarias con el ferrocarril en las ciudades europeas más importantes. Está estructurada básicamente en 3 grandes bloques.

El primer bloque se resume en la introducción y los objetivos del trabajo, ofreciendo una visión general del tema que se tratará y la finalidad del estudio.

El segundo bloque es la que tiene un peso específico mayor en todo el trabajo y comprende los capítulos 3, 4, 5 y 6. En el primero, se analizan los accesos ferroviarios de los aeropuertos que sirven a las ciudades económicamente más importantes del continente europeo. En el capítulo 4, se estudia el papel desarrollado por el ferrocarril en relación a las conexiones con los aeropuertos y los diferentes tipos de conexiones que se pueden implementar. El capítulo 5 es un caso particular del anterior, al estudiarse las conexiones aeroportuarias con las líneas de Alta Velocidad donde también se analiza las interacciones entre el transporte aéreo y el férreo. Finalmente, en el último capítulo del segundo bloque, se analizan los principales aeropuertos españoles con la finalidad de aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo del trabajo y poder sacar las respectivas conclusiones que se estudian en el último bloque.

El tercer y último bloque está constituido por las conclusiones y recomendaciones.

## 2. Objetivo y alcance de la Tesina

---

La finalidad principal de la presente tesina es analizar la situación de los accesos por ferrocarril a los principales aeropuertos europeos, con el objetivo de obtener conclusiones que puedan ser de aplicación al caso español.

Los diferentes objetivos se detallan a continuación:

- 1) Estudiar la interconexión tren-avión a nivel de planificación en los principales aeropuertos más allá de los Pirineos
- 2) Conocer y estudiar los diferentes criterios para proyectar estas conexiones
- 3) Qué aspectos determinan la decisión de disponer en un aeropuerto de un enlace ferroviario
- 4) Demostrar que la complementariedad de los dos modos de transporte, si está bien concebida, es necesaria y está justificada
- 5) Analizar la entrada en escena de la alta velocidad desde una perspectiva global del sistema de transportes y cómo puede complementar el transporte aéreo
- 6) Aplicar el estudio a nuestro país, analizando la situación actual y la futura a partir de las conclusiones obtenidas en los puntos anteriores
- 7) Valoración de la situación global y de las futuras tendencias previstas
- 8) Establecer un seguido de recomendaciones a partir del estudio realizado

# 3. Las principales ciudades europeas más allá de los Pirineos y los accesos a sus respectivos aeropuertos

---

La accesibilidad a los aeropuertos es un punto muy importante a considerar para los viajeros a la hora de escoger el modo de transporte y el aeropuerto de partida, y por lo tanto también lo es para la competición aeroportuaria. En particular, la accesibilidad mediante el uso del ferrocarril está siendo cada vez más vista como una manera de permitir un acceso rápido, eficaz y con una gran capacidad de transporte para los viajeros que quieran acceder a los aeropuertos desde las ciudades y áreas metropolitanas que sirven.

Con el término **ferrocarril** nos referimos a cualquier acceso al aeropuerto mediante transporte sobre raíles, es decir mediante el uso de alguno de estos modos:

- a) Servicio lanzadera “shuttle” sobre raíles
- b) Metro
- c) Acceso mediante tren (suburbano, regional, larga distancia, AV)
- d) Combinación de los anteriores

En este capítulo el primer paso será analizar la situación demográfica y económica europea actual, para poder obtener las ciudades europeas con más peso que van a ser el punto de partida. A continuación estudiaremos qué aeropuertos disponen las ciudades seleccionadas y los clasificaremos según un seguido de variables para finalmente decidir en función de éstas qué aeropuertos serán objeto de nuestro estudio.

Finalmente, presentaremos de forma detallada la realidad actual o prevista de la intermodalidad ferrocarril-avión en los aeropuertos de las ciudades de mayor incidencia socioeconómica de la Unión Europea. Analizaremos sus accesos ferroviarios según los servicios de conexión existentes y según los trazados implementados para realizar la conexión.

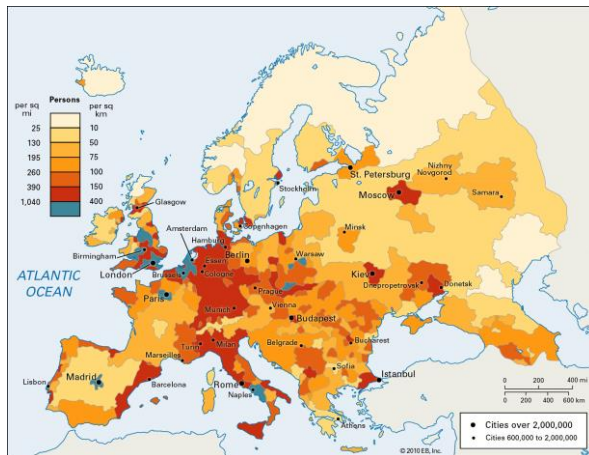
## 3.1 ESPACIO DEMOGRÁFICO Y ECONÓMICO EUROPEO

En este punto determinaremos las ciudades europeas que van a ser objeto de análisis. Para ello, estudiaremos la situación demográfica y económica actual de Europa.

### 3.1.1 Densidad de población

En la fig 3.1 podemos observar las densidades de población de las diferentes zonas de Europa, juntamente con las aglomeraciones de mayor entidad. Los países nórdicos presentan los índices más bajos de densidad con mínimos de hasta 16 hab/km<sup>2</sup> de media en Finlandia, y los índices más elevados se registran en países como Bélgica y Países Bajos con valores de hasta 390 hab/km<sup>2</sup> de media, con zonas donde se superan los 400 hab/km<sup>2</sup> como en el sur del Reino Unido.



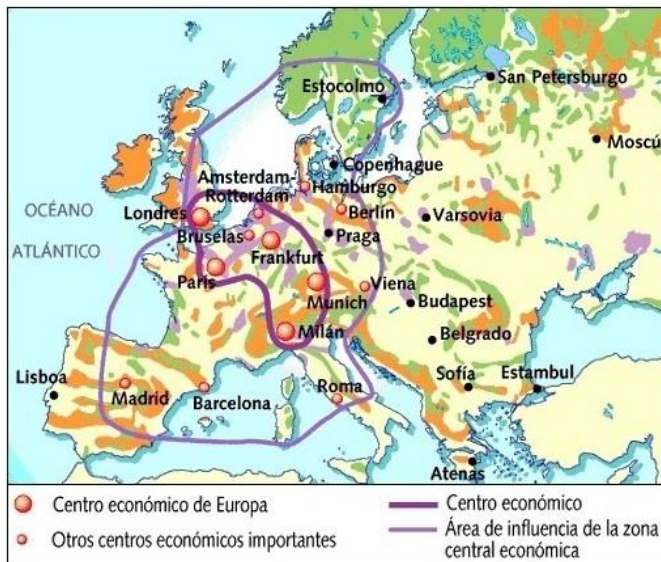


Por lo que respecta al territorio español la media se sitúa en 93 hab/km<sup>2</sup> destacando las zonas de la costa este mediterránea especialmente Barcelona y la ciudad de Madrid como principales focos de densidad.

**Figura 3.1** Densidad de población en Europa. Fuente: [www.kids.britannica.com](http://www.kids.britannica.com)

### 3.1.2 Espacios económicos europeos

En cuanto a los espacios económicos europeos más importantes, podemos observar en la fig. 2 que las grandes ciudades de Alemania, Gran Bretaña, Bélgica, Francia y Países Bajos



concentran la mayor parte de los centros económicos relevantes de la economía europea, junto con una parte del norte de Italia. En la siguiente escala espacial aparecen otros centros económicos importantes como Madrid, Barcelona, Roma, Berlín y Hamburgo.

**Figura 3.2** Espacios económicos en Europa. Fuente: Adaptación de [www.labalsadepiedra.org](http://www.labalsadepiedra.org)

### 3.1.3 Ciudades

En este apartado seleccionaremos finalmente las ciudades que vamos a analizar en esta tesina. Para ello, nos basaremos a partir de la fig 3.2 y el criterio de elección será el siguiente:

- 1) Los centros económicos que tenemos en la zona central económica europea, área que coincide como se puede observar en la fig 3.1 con la región europea más densa. Estas ciudades serán:
  - Londres
  - París
  - Bruselas
  - Ámsterdam
  - Frankfurt
  - Múnich
  - Milán
- 2) Las capitales de los países, dentro del área de influencia de la zona central, que sean a la vez un centro económico importante.

Países en el área de influencia económica	Capital	Centro económico importante
Francia	París	SÍ
Andorra	Andorra la Vella	NO
Mónaco	Mónaco	NO
Reino Unido	Londres	SÍ
Bélgica	Bruselas	SÍ
Luxemburgo	Luxemburgo	NO
Países Bajos	Ámsterdam	SÍ
Dinamarca	Copenhague	NO
Alemania	Berlín	SÍ
República Checa	Praga	NO
Austria	Viena	SÍ
Liechtenstein	Vaduz	NO
Suiza	Berna	NO
Italia	Roma	SÍ
San Marino	San Marino	NO
Noruega	Oslo	NO
Suecia	Estocolmo	NO

**Tabla 3.1** Capitales europeas más importantes a nivel económico. Fuente: Elaboración propia

El territorio español no lo tenemos en cuenta de momento ya que será objeto de estudio profundo en capítulos posteriores. No obstante, en la fig 3.2 observamos que también está gran parte del país en el área de influencia del centro económico europeo y que las ciudades de Madrid y Barcelona representan centros económicos relevantes a escala europea.

Por lo tanto las ciudades a analizar en este capítulo serán:

País	Ciudades
Reino Unido	Londres
Francia	París
Bélgica	Bruselas
Países Bajos	Ámsterdam
Alemania	Frankfurt Múnich Berlín
Austria	Viena
Italia	Milán Roma

**Tabla 3.2** Ciudades de estudio del presente trabajo. Fuente: Elaboración propia

A continuación estudiaremos los accesos a los aeropuertos más importantes de las ciudades citadas en la Tabla 3.2. Clasificaremos los aeropuertos según sus rasgos más relevantes y analizaremos en profundidad sólo un aeropuerto por ciudad. Éstos rasgos serán el tráfico anual de pasajeros, la distancia al centro de la ciudad, el número de terminales que disponga el aeropuerto y por último si dispone de una conexión ferroviaria.

El aeropuerto analizado en cuestión, dispondrá de *conexión ferroviaria* si se da alguna de las siguientes situaciones:

- Presencia de una línea ferroviaria con parada en la misma terminal del aeropuerto
- Presencia de una línea ferroviaria con parada fuera de las terminales pero dentro del recinto aeroportuario, a la cual se puede acceder caminando o mediante servicio lanzadera desde la propia terminal

Para determinar qué aeropuerto escogeremos de cada ciudad utilizaremos el siguiente criterio:

- Determinar cuántos aeropuertos dispone cada ciudad y clasificarlos
- Seleccionar sólo los aeropuertos con conexión ferroviaria
- Entre los seleccionados, quedarnos con el de más tráfico anual

### 3.2 LONDRES

La ciudad de Londres es la más poblada de toda la Unión Europea con 8,5 millones de habitantes y aglutina unos 15 millones si tenemos en cuenta el área metropolitana. Como podemos ver en la fig 3.1 se trata de una región muy densa y es una de las mayores potencias económicas de Europa y de todo el mundo. De los 6 aeropuertos que consta Londres, el Heathrow será objeto de análisis al ser el de más tráfico y al disponer de conexión ferroviaria.

Aeropuerto	Tráfico anual en millones de pasajeros (2014)	Distancia al centro de Londres (Km)	Nº terminales	Conexión ferroviaria
Heathrow	73,4	22 W	5	SÍ
Gatwick	38,1	47,5 S	2	SÍ
Stansted	19,9	48 NE	1	SÍ
Luton	10,5	48 NW	1	NO
City	3,6	9,5 E	1	SÍ
Southend	1,1	58 E	1	SÍ

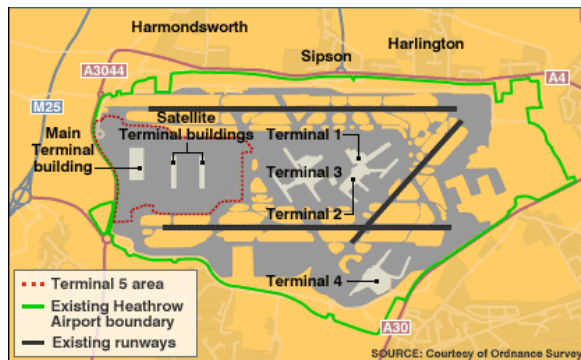
**Tabla 3.3** Aeropuertos de la ciudad de Londres. Fuente: Elaboración propia a partir de [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) y [www.aci.aero](http://www.aci.aero)

#### Heathrow (LHR)

##### *El aeropuerto*

El aeropuerto de Heathrow es el más grande de los seis aeropuertos de Londres, situado a 22 Km al oeste del centro de la ciudad, y es el que tiene un mayor tráfico de pasajeros de toda Europa. Es uno de los principales aeropuertos internacionales **hub**<sup>1</sup> europeos y es el centro de operaciones de la compañía británica de British Airways. El aeropuerto dispone de 5 terminales como podemos ver en la fig 3.3, de las cuáles las 1, 2 y 3 (T123) se aglutinan en la zona central, la T4 situada al Sur y la nueva T5 inaugurada en 2008 situada al oeste del aeropuerto. Esta última es operada íntegramente por las compañías British Airways e Iberia y dispone de dos terminales satélite.

<sup>1</sup>Hub: Aeropuerto en el que una o varias compañías aéreas tienen establecido un centro de conexión o distribución de vuelos. Absorben el tráfico de varios aeropuertos sirviendo como centros de conexiones a otros destinos, ofreciendo servicios globales.



### Accesibilidad por ferrocarril y servicios

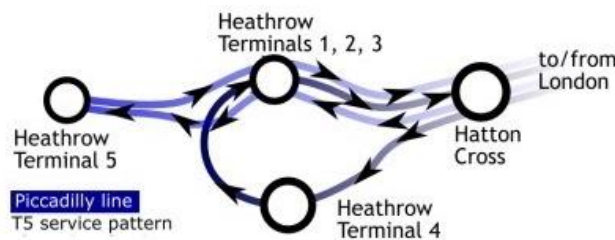
El aeropuerto cuenta con una gran variedad de accesos por ferrocarril, los cuáles describiremos a continuación.

**Figura 3.3** Aeropuerto de Heathrow.

Fuente: [www.news.bbc.co.uk](http://www.news.bbc.co.uk)

#### a) London Underground (Piccadilly line)

El primer acceso por ferrocarril que tuvo LHR fue mediante el metro de Londres extendiendo la línea en 1977 hasta la estación que sirve las Terminales 1,2,3. En 1986 se inauguró el tramo en anillo para permitir el acceso a la T4 y finalmente en 2008 se inauguró el ramal de la línea hacia la T5. Por lo tanto, en el aeropuerto existen tres estaciones de metro (fig 3.4). Existen dos servicios diferentes de la línea, uno con destino final la T5 pasando previamente por la estación que sirve a la T123, y otro con destino final la T4. Éste último, una vez alcanzada la T4 realiza el recorrido en anillo de un solo sentido debajo del aeropuerto para volver hacia el centro de Londres pasando por las estación T123. Estos dos servicios se van alternando cada 5' con una frecuencia de paso de cada uno de 10'.



**Figura 3.4** Conexión en anillo del metro en LHR. Fuente: [www.loststory.net](http://www.loststory.net)

#### b) Heathrow Express

Después de la conexión al aeropuerto mediante el metro, numerosos estudios indicaron la necesidad de un servicio más rápido y eficaz. En 1993 empezaron las obras del Heathrow Express y duraron 5 años hasta la inauguración en 1998. Se trata de un servicio directo de una longitud de 25 km desde la estación de Paddington en el centro de Londres hasta el aeropuerto, con paradas en la T123 y en la T5 directamente. Para enlazar con la T4 hay que bajarse en la estación de *Heathrow Central* (estación que sirve a la T123) y coger el tren lanzadera que une la T123 con la T4, llamado *Heathrow Express Shuttle*.



**Figura 3.5** Tiempos de acceso vía H. Express. Fuente: [www.heathrowexpress.com](http://www.heathrowexpress.com)

En la figura 3.5 podemos ver los bajos tiempos de trayecto teniendo en cuenta una frecuencia de 15'. No obstante el precio de un billete de ida es de 30,90€ convirtiéndolo en una de las rutas en ferrocarril más caras del mundo con un coste/km de 1,23€.

#### c) Heathrow Connect

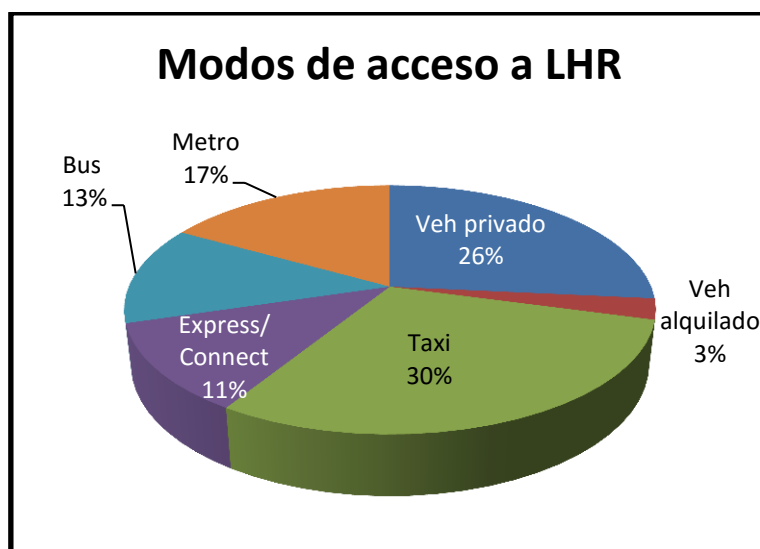
Este servicio inaugurado en junio de 2005 utiliza la misma ruta que el *Heathrow Express*, partiendo de la estación de Paddington en Londres hacia la estación de *Heathrow Central* (T123), pero con paradas intermedias durante el trayecto. El billete sencillo de ida cuesta 13,2 euros y el trayecto dura 25 minutos hasta la T123, con una frecuencia de 30'. Es importante destacar que el servicio puede operar hasta la T4, pero sólo lo hace de este modo los domingos. El resto de días de la semana opera sólo hasta *Heathrow Central*.

#### d) Heathrow Express shuttle

Se trata de un servicio lanzadera gratuito que permite la conectividad entre la T123 y la T4. El servicio circula con una frecuencia de 15' y está perfectamente sincronizado con la llegada a la T123 del *Heathrow Express* y del *Heathrow Connect*, partiendo de *Heathrow Central* 3' después de la llegada de estos últimos. Recalcar que todas las conexiones entre terminales utilizando cualquiera de los modos de transporte anteriores es gratuita.

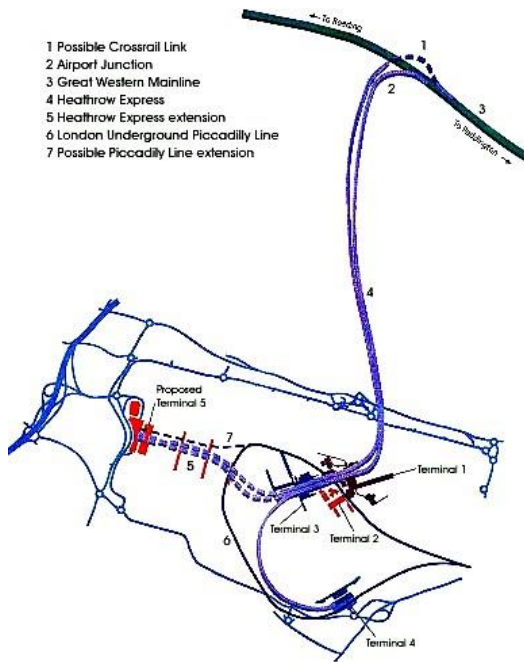
### Síntesis

La figura 3.6 refleja la distribución modal en Heathrow a partir de una encuesta realizada por la CAA (Autoridad de Aviación Civil) en 2014 a 37.176 personas. La encuesta sólo tiene en cuenta pasajeros de partida.



**Figura 3.6** Distribución modal de acceso a Heathrow en 2014. Fuente: [www.gov.uk](http://www.gov.uk)

Observamos que el acceso mediante el uso del ferrocarril representa sólo un 28 % del acceso total, mientras que el 72% restante hace uso de las redes de carreteras. Tienen un gran peso específico el uso del vehículo privado y del taxi. Esto es debido a la comodidad para el viajero del puerta a puerta y a la incomodidad ocasionada por el equipaje, hecho que puede ser muy molesto si se tiene que viajar en tren/metro.



En particular para el ferrocarril, en la Figura 3.7 podemos observar las conexiones aeroportuarias y en la tabla 3.4 un resumen de las características de cada servicio. El Heathrow Express y el Heathrow Connect utilizan en común en su 70% del recorrido la línea interurbana de ferrocarril de *Great Western*. Para el acceso se construyó un ramal al norte del aeropuerto (fig 3.7) básicamente transcurrido en túnel conectando la T123 hasta llegar a la T4. Más tarde se realizó la extensión de la línea hasta la T5 junto con la extensión también de la línea de metro Piccadilly.

**Figura 3.7** Accesibilidad al aeropuerto de Heathrow por ferrocarril. Fuente:

<http://www.railway-technology.com/>

Servicio	Directo	T123	T4	T5	Tiempo medio	Frecuencia	Billete Londres-LHR
<b>Metro</b>		X	X	X	50'	10'	7,4 €
<b>H.Connect</b>		X			25'	30'	13,2 €
<b>H.Express</b>	X	X		X	18'	15'	30,9 €

**Tabla 3.4** Prestaciones de los diferentes modos de acceso por ferrocarril. Fuente: Elaboración propia

### 3.3 PARÍS

París, situada al norte de Francia, es la capital del país y la quinta ciudad más grande de la Unión Europea en término de número de habitantes con una población de 2,3 millones. Sin embargo, el área metropolitana es la segunda más grande de Europa después de Londres con 12,3 millones. Como podemos ver en la tabla 3.5 París dispone de 3 aeropuertos, siendo los más importantes el de Charles De Gaulle y el de Orly. Los dos disponen de conexión ferroviaria aunque el más importante es el de Charles De Gaulle o también llamado aeropuerto de Roissy, por lo tanto analizaremos este último.

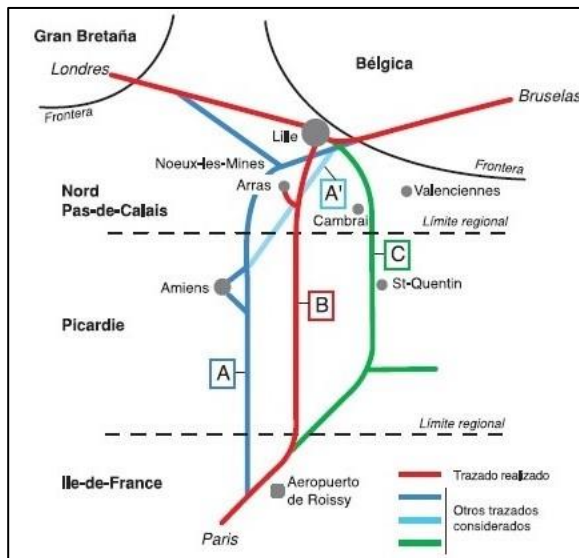
Aeropuerto	Tráfico anual en millones de pasajeros (2014)	Distancia al centro de París (Km)	Nº terminales	Conexión ferroviaria
<b>Charles De Gaulle-Roissy</b>	63,8	25 NE	3	SÍ
<b>Orly</b>	28,9	14	2	SÍ
<b>Beauvais</b>	4	85	1	NO

**Tabla 3.5** Aeropuertos de la ciudad de París. Fuente: Elaboración propia a partir de

[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) y [www.aci.aero](http://www.aci.aero)





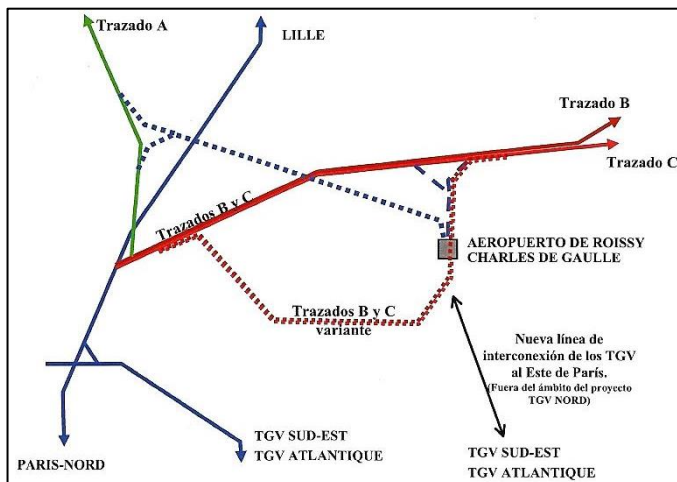


**Figura 3.9** Principales alternativas de trazado para el TGV-Norte. Fuente: MENERAULT, 2005

➤ **Alternativa A:** ofrecer servicio directo a la población de *Amiens*, con 150.000 habitantes

➤ **Alternativa B:** discurriría en buena parte del recorrido ( $\approx 130$  km) en paralelo a la autopista A1 ya existente, reduciendo el impacto sobre el territorio y estableciendo una ruta más directa

➤ **Alternativa C:** vía *Saint Quentin*, discurriría en común por un tramo del trazado de la alternativa B para posteriormente dirigirse hacia el este. Esta solución presentaba la ventaja de tener un tramo común con el futuro trazado del TGV-Este



**Figura 3.10** Posibles enlaces de AV con el aeropuerto de CDG. Fuente: LÓPEZ PITA, 2003

Finalmente la Comisión Rudeau (1987) y la Encuesta de Utilidad Pública (1988) coincidirían en recomendar la Alternativa B como la mejor opción de trazado (fig 3.9).

Respecto a la conexión con el aeropuerto de CDG, la alternativa A obligaba a realizar una conexión en antenna (fig 3.10). Las alternativas de trazado B y C permitían, en condiciones más o menos favorables, un paso directo de la línea de AV por el aeropuerto (fig 3.10).

Una vez adoptada la alternativa B como solución, el siguiente paso era planificar una conexión óptima con el aeropuerto de Roissy. Para ello se estudiaron dos posibilidades:

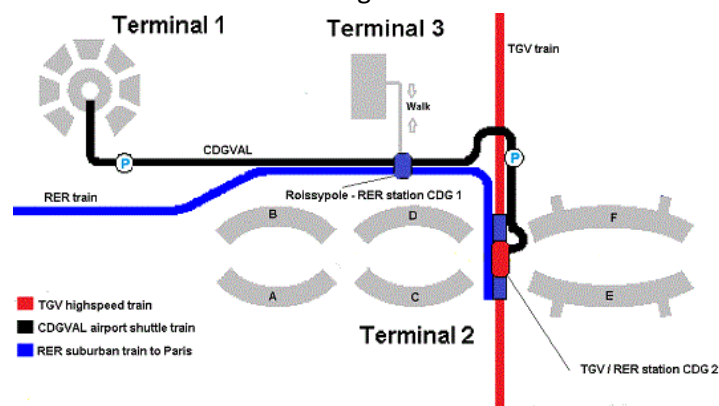
- 1) Mediante una variante de trazado de la alternativa B hacer pasar los trenes con origen/destino París por el aeropuerto (fig 3.10)
- 2) Conectar la estación TGV del aeropuerto con la línea TGV-Interconexión

La conexión 1 a nivel local mejoraría mucho la conectividad ciudad-aeropuerto por ferrocarril al ofrecer una mayor oferta y flexibilidad de servicios de tren, y la introducción de un servicio rápido, eficaz y de alta calidad y altas prestaciones. No obstante, analizando el corredor en su conjunto, presentaba el inconveniente de que originaría problemas comerciales en los desplazamientos a larga distancia con el TGV-Norte. Esto es debido a la aparición de viajeros interesados en hacer el trayecto París-CDG en TGV, ya que este último uniría la ciudad con el aeropuerto más rápidamente que cualquier otro modo de transporte. La conexión 2, por lo



contrario, presentaba la ventaja de que los viajeros que subiesen o bajasen en la estación TGV del aeropuerto, ayudarían a mejorar la ocupación de los servicios provincia-provincia sin pasar por París, mejorando la conectividad del país. Por lo tanto, la solución final optada por el gobierno francés fue alternativa B + conexión con CDG a través de la línea TGV-Interconexión.

Desde la perspectiva del trazado de la línea de TGV-Interconexión, la disposición de la estación TGV en CDG en sentido norte-sur (fig 3.11) se configuraba como la orientación más adecuada, facilitando reduciendo la longitud de la línea Interconexión y por lo tanto sus costes. A nivel



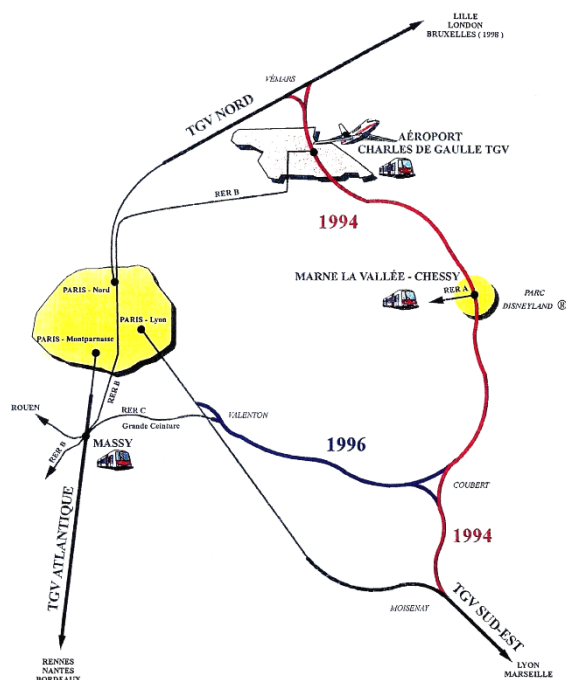
técnico, los radios en planta de las curvas en algunas secciones se vieron reducidos a 2.200 m en algunas secciones frente a los valores habituales de entre 4.000-6.000 m que se consideraban habitualmente en las líneas de AV en Francia. La infraestructura final permite la circulación a velocidades máximas de 230 Km/h.

**Figura 3.11** Esquema de las conexiones ferroviarias en CDG.

Fuente: [www.about-paris.com](http://www.about-paris.com)

### c) CDGVAL lanzadera

Se trata de un tren lanzadera automatizado y gratuito inaugurado en 2007 que conecta las 3 terminales (fig 3.11) y los 2 parkings de larga estancia con una frecuencia de paso de 4' aproximadamente. El tiempo de trayecto entre terminales es de 4' también.



**Figura 3.12** Conexión de la línea TGV-Interconexión con el aeropuerto de CDG.

Fuente: LÓPEZ PITA, 2003

### Síntesis

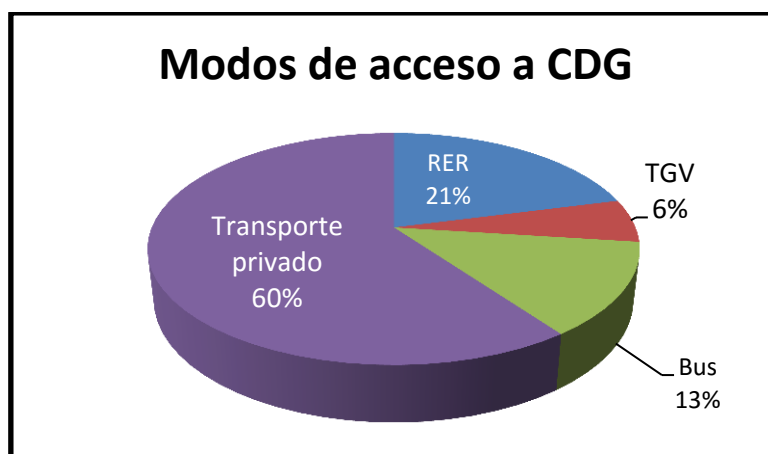
La conexión ferroviaria de AV en el aeropuerto de Roissy se inauguró en 1994 y es todo un referente a nivel europeo y mundial de lo que es la intermodalidad avión-ferrocarril de AV. Los objetivos de esta interconexión fueron:

- Mejorar la competitividad del aeropuerto en el mercado europeo
- Proporcionar a los usuarios la mayor flexibilidad posible
- Potenciar la intermodalidad tren-avión
- Potenciar el ferrocarril de AV
- Sustitución de rutas aéreas domésticas dentro de Francia con origen/destino CDG por servicios de AV

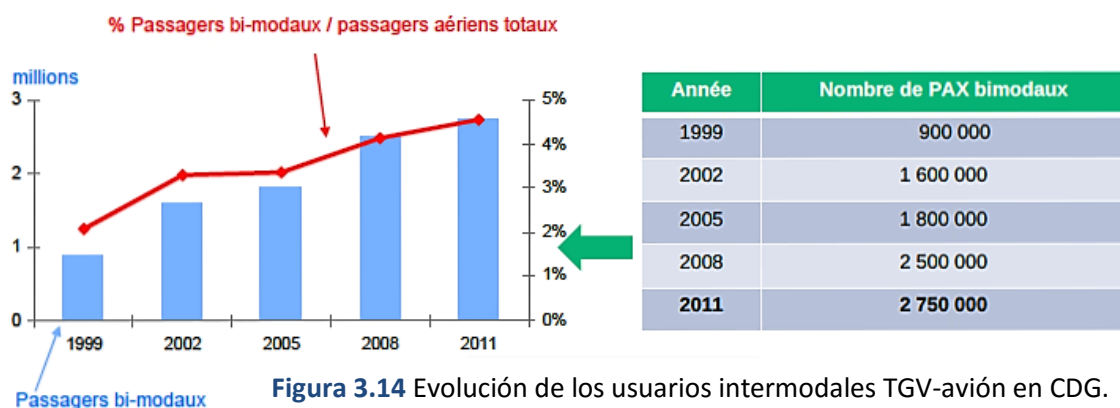
- f) Crear en torno al aeropuerto un centro de actividad de alcance internacional debido al alto grado de desarrollo de las redes de transporte

Es importante mencionar el servicio intermodal TGV*Air*, producto del convenio entre el operador de ferrocarriles franceses SNCF y varias aerolíneas. El servicio permite a los usuarios viajar en TGV hasta el aeropuerto y tomar un vuelo en CDG con el mismo billete, ofreciendo también la posibilidad de efectuar el *check-in* en la estación de partida hacia CDG. No obstante, el usuario deberá llevar el equipaje en el tren y depositarlo en los mostradores del aeropuerto al llegar.

En la figura 3.13 observamos la distribución modal de acceso al aeropuerto. Podemos ver que el acceso en ferrocarril representa un 27% de cuota de mercado. En 2011 aproximadamente unos 4 millones de usuarios utilizaron la estación del TGV-CDG, de los cuáles un 70% eran pasajeros intermodales que utilizaron la conexión TGV-avión. Por lo tanto 2,8 millones de pasajeros fueron bimodales en 2011 (fig 3.14) y observamos también que en 12 años se ha triplicado el número de pasajeros bimodales. Ya antes de la construcción de el enlace, las previsiones hechas por la SNFC (Sociedad Nacional de Ferrocarriles Franceses) eran de 1,5 millones de pasajeros intermodales para el horizonte 2000-2005. La figura 3.14 muestra que se han superado las previsiones resultando ser una conexión realmente exitosa.



**Figura 3.13** Distribución modal de acceso a CDG en 2008. Fuente: [www.onlinepubs.trb.org](http://www.onlinepubs.trb.org)



**Figura 3.14** Evolución de los usuarios intermodales TGV-avión en CDG.  
Fuente: Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie



Para solucionar este problema el gobierno belga decidió:

- 1) Conectar en diciembre de 2005 mediante la **curva de Nossegem** el eje ferroviario Lieja-Levoina garantizando el acceso al aeropuerto desde el este del país.
- 2) Conectar en 2012 mediante el **Proyecto Diabolo** el aeropuerto de Bruselas-Zaventem directamente con la red de alta velocidad belga y con diferentes ciudades europeas a través de los ejes internacionales *Frankfurt – Lieja – Bruselas – París* y *Amsterdam – Amberes – Bruselas – París*. Además, esta conexión garantizaba el acceso directo al aeropuerto desde el norte a través del eje ferroviario *Amberes – Malinas – Bruselas*.



**Figura 3.16 / Figura 3.17**  
Conexión ferroviaria en BRU desde el año 2005 hasta el año 2012 / Curva de Nossegem inaugurada en 2005 y entrada subterránea de la línea hacia la estación del aeropuerto Fuente:

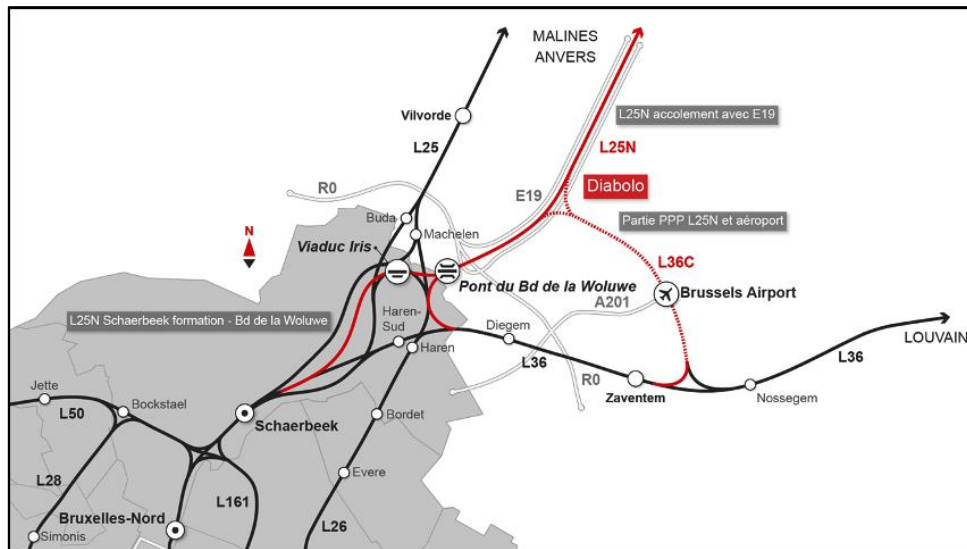
[www.voka.be/](http://www.voka.be/)  
[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

La conexión en el aeropuerto estuvo operando en forma de *cul-de-sac*<sup>2</sup> hasta la apertura del *Proyecto Diabolo* en Junio del 2012, dando continuidad al enlace existente que vimos en la Figura 3.15 que representaba el fin de la línea en el aeropuerto.

En la figura 3.18 podemos observar en rojo el nuevo trazado del *Proyecto Diabolo*, permitiendo a los trenes de AV parar en el aeropuerto de camino a Bruselas o a Amberes y ofreciendo a los pasajeros una mayor flexibilidad. Se construyeron dos túneles paralelos de poco más de 1 Km de longitud justo por debajo de las pistas de aterrizaje (L36C) prolongando la línea a partir de la estación en BRU y permitiendo el acceso desde el norte del país. La L36C se conectó a la

<sup>2</sup> *Cul-de-sac*: También llamado estación de cabecera se trata de una estación ferroviaria que no tiene salida y representa el extremo o final de una línea de ferrocarril

nueva línea ferroviaria L25N que conecta Shaerbeek-Malinas y que discurre por debajo de la zona central de la autopista E19 como vemos en la figura 3.18, permitiendo velocidades de hasta 220 Km/h.



**Figura 3.18** Proyecto Diabolo. Fuente: [www.tucrail.be](http://www.tucrail.be)

### Síntesis y servicios ferroviarios

Los beneficios del *Proyecto Diabolo* son:

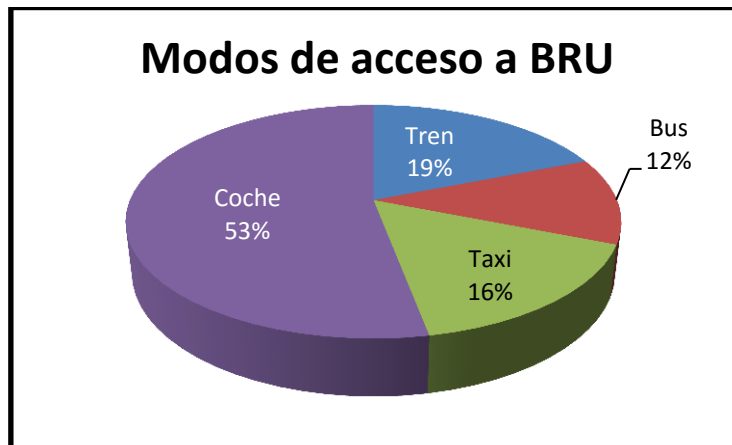
- 1) Facilitar el acceso ferroviario al aeropuerto desde el norte y el este del país sin tener que pasar por la ciudad de Bruselas para cambiar de tren reduciendo los tiempos de viaje
- 2) Conectar el aeropuerto de Zaventem con la red de AV belga y europea, permitiendo ser uno de los aeropuertos mejor conectados por ferrocarril de todo Europa y del mundo. Al mismo tiempo el proyecto fortalece el desarrollo del aeropuerto hacia uno de los centros económicos más importantes del país
- 3) Fomentar y mejorar la intermodalidad tren-avión
- 4) Mejorar la accesibilidad al aeropuerto ofreciendo más opciones de acceso a la población
- 5) Aumentar la cuota de mercado del transporte público hacia y desde el aeropuerto
- 6) Disminución de los efectos medioambientales por la reducción de la congestión viaria al aeropuerto. Los servicios de AV pueden ahora competir eficientemente con el transporte por carretera al ofrecer un intercambio modal directo de la vía de tren al aire
- 7) Mejora de la puntualidad del tráfico ferroviario, optimización de la seguridad para el pasajero y mejora de la capacidad de la red de ferrocarril

La distribución modal de acceso al aeropuerto en el año 2011 era la mostrada en la Figura 3.19, donde observamos que el tren tenía entonces una cuota de mercado de 19 puntos, bastante reducida debido a la buena comunicación del aeropuerto por carretera y a los inconvenientes y limitaciones de acceso previamente mencionados desde las zonas septentrionales y orientales del país mediante el uso del ferrocarril.



Con la nueva conexión proporcionada por el *Proyecto Diabolo* se espera absorber para el horizonte 2015 - 2020 una cuota de mercado del 40% para el transporte público (9 puntos mayor que en 2011) subdividida en:

- 32 % del acceso en tren
- 8 % del acceso en bus



**Figura 3.19** Distribución modal de acceso a BRU en 2011. Fuente: [www.otmbe.org](http://www.otmbe.org)

Las conexiones ferroviarias en el aeropuerto nacional de Bruselas son operadas por:

**a) Servicios nacionales**

Operados por trenes “InterCity Brussels” conectan el centro de la ciudad de Bruselas con el aeropuerto en unos 17’ de media con una frecuencia aproximada de 6 trenes/hora. Como hemos comentado al principio, estos servicios ciudad-aeropuerto forman parte de líneas interregionales con origen y/o destino en otras ciudades del territorio belga. El precio del billete de ida es de 8’5 € y los trenes parten de las estaciones:

- Bruselas-Nord
- Bruselas-Central
- Bruselas-Midi

También gracias al enlace “*Diabolo*” hay servicios directos diariamente desde ciudades de diferentes puntos de Bélgica como Amberes, Lovaina, Gante, Brujas, etc.

**b) Servicios internacionales**

InterCity Brussels

Hasta 16 trenes al día conectan Amsterdam directamente con el aeropuerto de Zaventem en un tiempo de 2 h 55’ via Rotterdam.

Thalys

Existe un enlace de este tren de AV que parte de la estación de París “Gare Du Nord” directo al aeropuerto de Bruselas pasando por la estación de Bruselas-Midi. No obstante este servicio sólo opera los tres meses de verano.

Finalmente es importante destacar que para realizar el enlace denominado *Diabolo*, el gobierno belga realizó previamente una gran inversión para modernizar y ajustar la red de ferrocarril belga a los servicios de AV de la siguiente manera:

- 1) Construcción, en algunas secciones de línea, de nuevas infraestructuras aptas para la circulación de AV.
- 2) Modernización del resto de las secciones para permitir velocidades máximas de 160 a 200 Km/h.
- 3) La utilización de las estaciones ya existentes en el centro de las ciudades como estaciones de las líneas de AV, llevando a cabo los correspondientes trabajos de acondicionamiento. En la nueva estación del aeropuerto adaptada a los servicios de AV se construyeron 3 largas andanas de 425 m de longitud para facilitar y optimizar los servicios y el intercambio modal tren-avión.

Gracias a esta inversión más la inversión realizada por en el enlace *Diabolo* los tiempos de trayecto se redujeron considerablemente como se muestra en la tabla 3.7.

	Ahorro de tiempo
Ramal Norte	30'
Ramal Este	15'-40'

**Tabla 3.7** Reducción de los tiempos de viaje gracias al *Proyecto Diabolo*

Fuente: [www.baminternational.com](http://www.baminternational.com)

### 3.5 ÁMSTERDAM

La ciudad de Ámsterdam es la capital de Holanda, y cuenta con una población de 810.000 habitantes aunque su área metropolitana asciende a unos 2 millones. Dispone de un solo aeropuerto, Schiphol, aunque es el quinto aeropuerto con más tráfico de pasajeros de toda Europa y uno de los más importantes de toda Europa.

Aeropuerto	Tráfico anual en millones de pasajeros (2014)	Distancia al centro de Ámsterdam (Km)	Nº terminales	Conexión ferroviaria
Schiphol	54,9	9,1 SW	1	SÍ

**Tabla 3.8** Aeropuerto de la ciudad de Ámsterdam. Fuente: Elaboración propia a partir de [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) y [www.aci.aero](http://www.aci.aero)

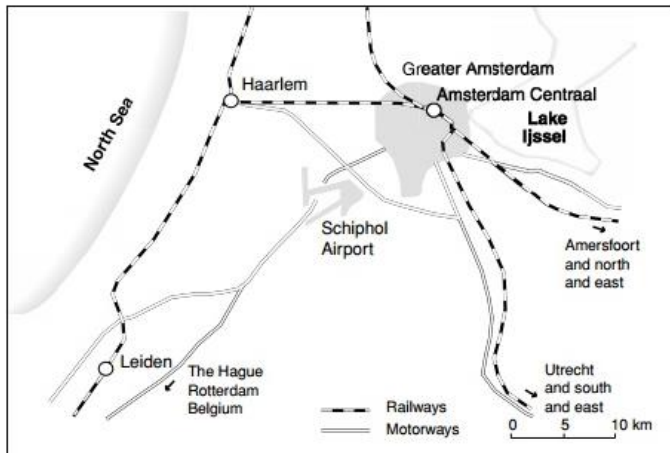
#### Schiphol (AMS)

##### *El aeropuerto*

Se trata del aeropuerto más grande e importante de toda Holanda y está construido bajo el concepto de una única gran terminal dividida en tres secciones o vestíbulos conectados a diferentes muelles donde se ubican las puertas de embarque. La estación ferroviaria está situada justo debajo del recinto de la terminal y es operada por los *NS Nederlandse Spoorwegen* (Ferrocarriles Holandeses).

##### *Accesibilidad por ferrocarril*

La conexión del aeropuerto de Ámsterdam a la red ferroviaria holandesa se efectuó en varias etapas a lo largo de varias décadas, a partir de los años sesenta, aunque hasta el año 1980 el acceso era básicamente por carretera. En la figura 3.20 se observa el buen acceso desde la ciudad por la principal autopista Ámsterdam-La Haya en ausencia de conexión ferroviaria en el



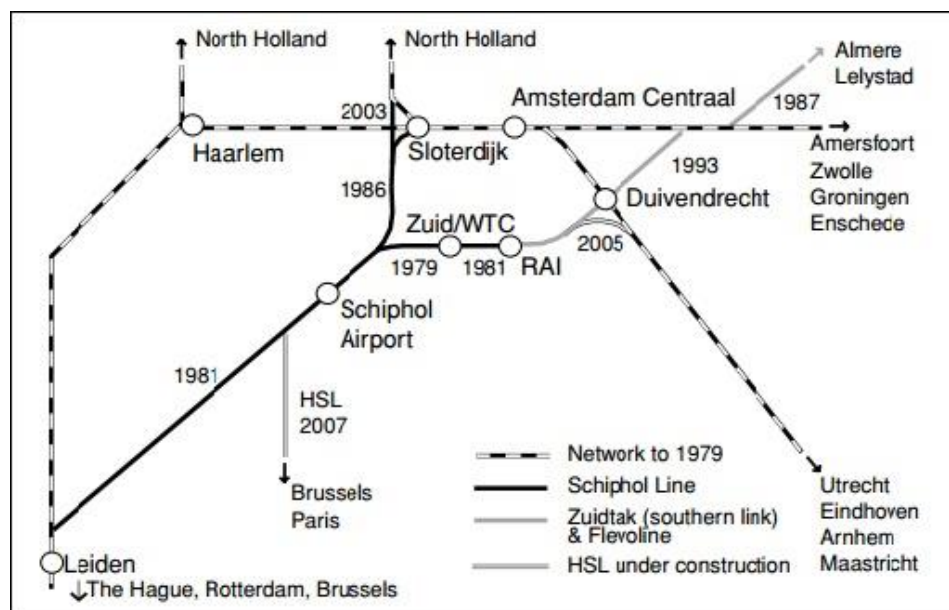
aeropuerto. Sólo existía línea ferroviaria de la ciudad a Leiden via Haarlem a parte de otras líneas en dirección este y sud-este.

**Figura 3.20** Acceso por carretera al aeropuerto de Schiphol en 1980 y líneas ferroviarias existentes en la ciudad. Fuente: [www.irtr.net](http://www.irtr.net) Hatch 2004

La realización de una conexión ferroviaria de la ciudad a Schiphol y la construcción de una línea de AV hacia Bruselas con parada en el aeropuerto fue durante mucho tiempo el principal proyecto de NS para mejorar la cuota de mercado del ferrocarril para distancias de entre 30-500 Km donde el ferrocarril de altas prestaciones tiene un gran rango de competitividad.

La conexión al aeropuerto era más que una simple línea nueva independiente para conectar el aeropuerto con la ciudad como en el caso del *Heathrow Express* en Londres. Desde el inicio fue diseñada como parte integral de la red ferroviaria holandesa, proporcionando servicios a Schiphol para una gran proporción de la población y añadiendo capacidad para un gran abanico de servicios adicionales.

El primer paso realizado en 1979 fue un servicio lanzadera al aeropuerto desde una nueva estación en Amsterdam Zuid/WTC al sur de la ciudad, sirviendo también a una nueva estación adyacente a la terminal de Schiphol. El trayecto de 6' con una frecuencia de paso de 20' atrajo a muy pocos viajeros debido a que la línea aún estaba muy aislada del resto de la red ferroviaria (fig. 3.21).

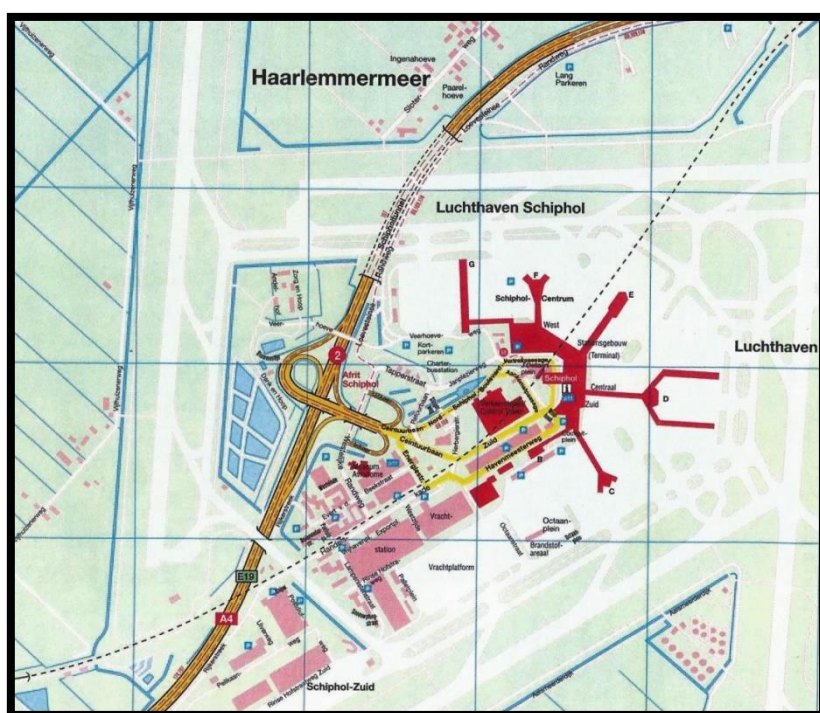


**Figura 3.21** Desarrollo de la infraestructura ferroviaria hacia Schiphol (1979-2007) Fuente: [www.irtr.net](http://www.irtr.net) , Hatch 2004



La inauguración a mediados de 1981 de la línea Leiden-RAI (fig 3.21) dió continuidad al tramo operado por el servicio lanzadera y comportó también la apertura a la explotación comercial de la nueva estación subterránea de ferrocarril del aeropuerto de Schiphol situada debajo de la terminal principal. Este nuevo enlace permitía conectar AMS con La Haya y con Rotterdam por lo que la cuota de mercado del servicio aumentó considerablemente. Inicialmente el enlace con el aeropuerto de Ámsterdam-Schiphol quedaba en antena por la dificultad técnico-económica de hacer llegar la nueva línea hasta la estación de Ámsterdam-Central, por lo que el trayecto RAI-Central se efectuaba por medio de un tranvía.

A partir de 1986 el aeropuerto quedó conectado con la estación de Ámsterdam-Central a partir del enlace oeste a través de *Sloterdijk* (Fig. 3.21), por lo que Schiphol quedó integrado a la red ferroviaria holandesa de largo recorrido. La figura 3.22 proporciona el detalle del paso de la línea por el aeropuerto.



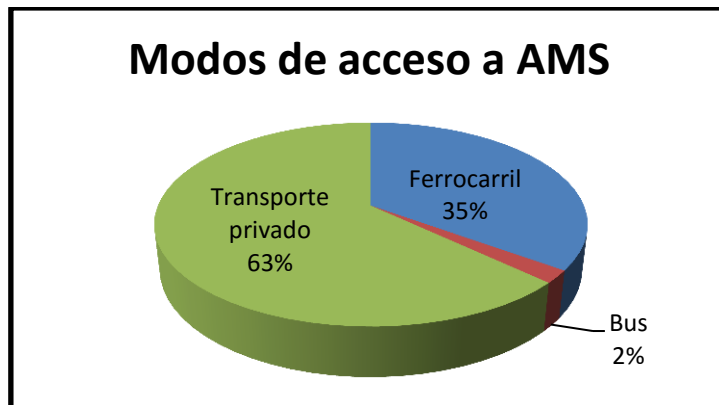
**Figura 3.22** Trazado de la línea de ferrocarril en el aeropuerto de Schiphol. Fuente: Alta Velocidad y Conexiones Aeroportuarias, Andrés López Pita, 2003

### Síntesis

Con la presencia de conexión ferroviaria mediante servicios de ferrocarril metropolitanos, servicios nacionales y el incremento de la cantidad de servicios internacionales de AV, el aeropuerto internacional de Ámsterdam-Schiphol está servido por uno de los abanicos más grandes que existen actualmente en términos de elección modal, con la particularidad de tener un transporte público de alta calidad.

Según las cifras publicadas por el operador y propietario del aeropuerto “*Grupo Schiphol*”, en el año 2014 un 39% de los pasajeros utilizaron el transporte público para acceder al aeropuerto. Este valor muestra por un lado la elevada calidad de la red y las conexiones, y de los accesos mediante autobús y ferrocarril; por otro lado también muestra la buena aceptación por parte de los pasajeros.

Existen datos más exactos de la cuota de mercado del ferrocarril para el año 2008 a partir de la organización internacional aire-ferrocarril, ilustrados gráficamente en la figura 3.23.



**Figura 3.23** Distribución modal de acceso a AMS en 2008. Fuente: [www.iaro.com](http://www.iaro.com)

Las conexiones ferroviarias en el aeropuerto de AMS son operadas por:

**a) Servicios domésticos**

El aeropuerto queda íntegramente conectado a la red nacional de ferrocarriles y al centro de la ciudad mediante el servicio de uno de los siguientes trenes. El trayecto desde el centro de la ciudad dura aproximadamente 15' con una frecuencia de unos 5 trenes/hora desde la Estación Central y el precio del billete es de 4,2€.

- Intercity  
Estos servicios conectan sólo las grandes ciudades como Ámsterdam, Utrecht, Maastricht, Eindhoven, La Haya, Rotterdam, etc. En total existen 15 servicios/hora que conectan diferentes ciudades de Holanda con el aeropuerto.
- Sprinter  
Son unos trenes que paran en todas las poblaciones y son más lentos que los "Intercity". Hay una frecuencia de 8 trenes/hora hacia Schiphol.
- Servicio nocturno  
Este servicio desde la 1:00 hasta las 5:00 conecta el aeropuerto de AMS una vez cada hora recorriendo la ruta *Utrecht Central – Ámsterdam Central – Schiphol – Leiden Central – La Haya Central – Delft – Rotterdam Central*.
- InterCity Direct  
También comunmente llamado *Fyra* en Holanda, se trata de un servicio de AV que discurre íntegramente por dentro del país y que cubre la ruta *Ámsterdam Central – Schiphol – Rotterdam Central – Breda*.

**b) Servicios internacionales**

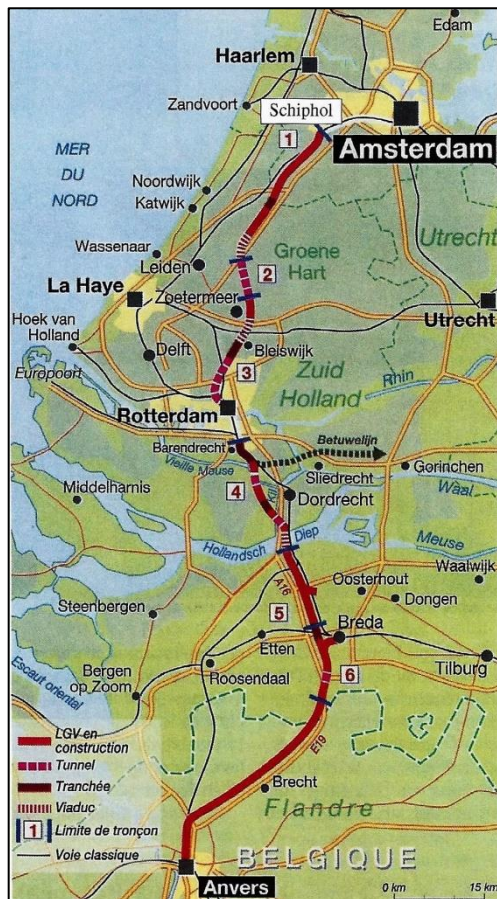
Schiphol queda conectado directamente a través de la red europea de AV con Bélgica y Francia e indirectamente cambiando de tren con países como Inglaterra y Alemania. El aeropuerto quedó conectado a la red de AV a partir de la inauguración en 2009 de la línea que discurre entre Amberes en Bélgica hasta el mismo aeropuerto por donde circulan los servicios *InterCity Brussels* y *Thalys*.

- InterCity Brussels

Hasta 16 trenes al día conectan directamente la ciudad de Bruselas y el aeropuerto de Zaventem con el aeropuerto de Ámsterdam-Schiphol via La Haya utilizando hasta Rotterdam la nueva línea de AV que conecta Amberes con los Países Bajos.

- Thalys

Este tren de AV conecta directamente París-Bruselas-Ámsterdam con paradas en Amberes, Rotterdam y Schiphol.



La nueva línea de AV (fig 3.24) permite la explotación hasta velocidades de 300 Km/h y está construida hasta el aeropuerto de Schiphol. Del aeropuerto a la ciudad de Ámsterdam y también en los alrededores de Rotterdam los servicios de AV utilizan la infraestructura existente antes de la construcción de la línea de AV, permitiendo velocidades de entre 100-200 Km/h.

El nuevo trazado de AV ha permitido reducir los tiempos de viaje en una media de 53', conectando la ciudad de Bruselas y París con el aeropuerto de Schiphol en unos tiempos de tan solo 1h 39' y 3h respectivamente. Este hecho potencia indudablemente la intermodalidad de pasajeros en el aeropuerto de AMS y la utilización de los servicios de AV de cara a la realización de viajes de corto radio de acción. Hay que recordar que un 40% del tráfico total de pasajeros de Schiphol son en tránsito.

**Figura 3.24** Trazado de la línea de AV

Fuente: Andrés López Pita, 2003

### 3.6 FRANKFURT

La ciudad de Frankfurt es la ciudad más grande del estado federado de Hesse y la quinta ciudad más grande del país con una población de 720.000 habitantes y de 2,2 millones si consideramos su área urbana llamada Frankfurt Rin-Meno. Está situada en el centro y constituye el eje territorial de la segunda región metropolitana más extensa de Alemania, la región Rin-Meno que agrupa una población de 5,5 millones de personas. Esta región es una de las más prósperas de Europa y su centro, Frankfurt, es por antonomasia uno de los centros financieros más grandes e importantes de todo el continente.

Estudiaremos en detalle los accesos del principal aeropuerto, Frankfurt Am Main, el cual cuenta con una de las conexiones ferroviarias más interesantes que existen actualmente. El otro aeropuerto es operado básicamente por aerolíneas de *low cost* como *Ryanair* y no dispone de conexión ferroviaria por el momento.

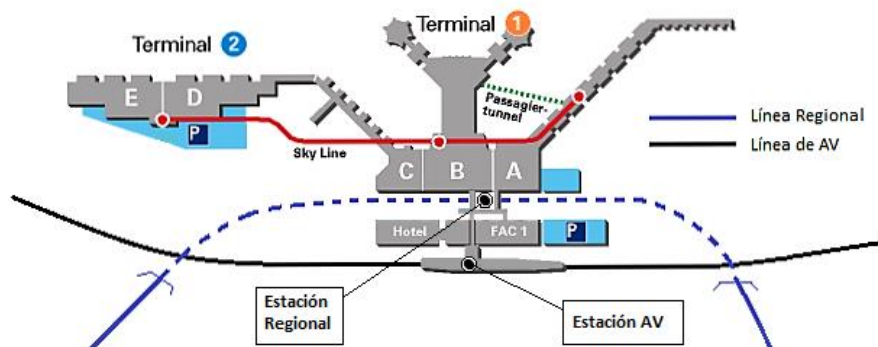
Aeropuerto	Tráfico anual en millones de pasajeros (2014)	Distancia al centro de Frankfurt (Km)	Nº terminales	Conexión ferroviaria
Frankfurt Am Main	59,6	12 SW	2	SÍ
Frankfurt Hahn	2,4	120 W	1	NO

**Tabla 3.9** Aeropuertos de la ciudad de Frankfurt. Fuente: Elaboración propia a partir de [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) y [www.aci.aero](http://www.aci.aero)

## Frankfurt Am Main (FRA)

### El aeropuerto

El aeropuerto de *Frankfurt Am Main* o de Fráncfort del Meno en español es uno de los aeropuertos más grandes en términos de superficie y de transporte de pasajeros de toda Europa sólo superado por los aeropuertos de LHR y CDG. Es operado por la empresa de transporte *Fraport* y sirve como su nombre indica a la ciudad de Frankfurt. Consta de 2 terminales e indudablemente es el aeropuerto más importante y más grande de Alemania, operado como *hub* y como base de operaciones por la compañía aérea *Lufthansa*.



**Figura 3.25** Esquema del aeropuerto de FRA y los accesos ferroviarios. Fuente: Elaboración propia a partir de: [www.fsmi.uni-karlsruhe.de](http://www.fsmi.uni-karlsruhe.de)

### Accesibilidad por ferrocarril y servicios

El aeropuerto ofrece unas conexiones óptimas avión-tren-carretera gracias a su posición estratégica en el centro de Europa, de Alemania, y de la región del Rin-Meno. Se puede acceder a éste mediante 2 estaciones de tren (fig 3.25), una situada en el sótano de la misma terminal 1 y la otra situada a unos 200 m de la terminal 1. A continuación analizaremos los accesos ferroviarios al aeropuerto así como las 2 estaciones existentes.

#### a) Estación regional (*Frankfurt Flughafen Regionalbahnhof*)

Inaugurada en 1971 a la vez que la terminal 1, permitía a través de la red de servicios regionales (S) conectar el centro de la ciudad de Frankfurt con el aeropuerto en un tiempo de 12'. Posteriormente se incluyeron los servicios InterCity de largo recorrido y a principios de los años 80 hasta 1993 operaría el denominado *Lufthansa Airport Service* que permitía enlazar por ferrocarril el aeropuerto de FRA desde Düsseldorf y desde Stuttgart. A partir de la inauguración de la estación de larga distancia en 1999, los servicios de largo recorrido fueron recolocados a la nueva estación y la antigua continuó operando servicios locales y regionales.



La estación cuenta con una plataforma central de 410 m que sirve a las vías de tren 2-3 y otra plataforma lateral de 210 m de largo que sirve a la vía 1. Por la estación operan básicamente dos tipos de servicios diferentes que permiten conectar el aeropuerto de FRA con la ciudad de Frankfurt, con las zonas suburbanas y con otras poblaciones de la región:

- **Trenes de cercanías S-Bahn**

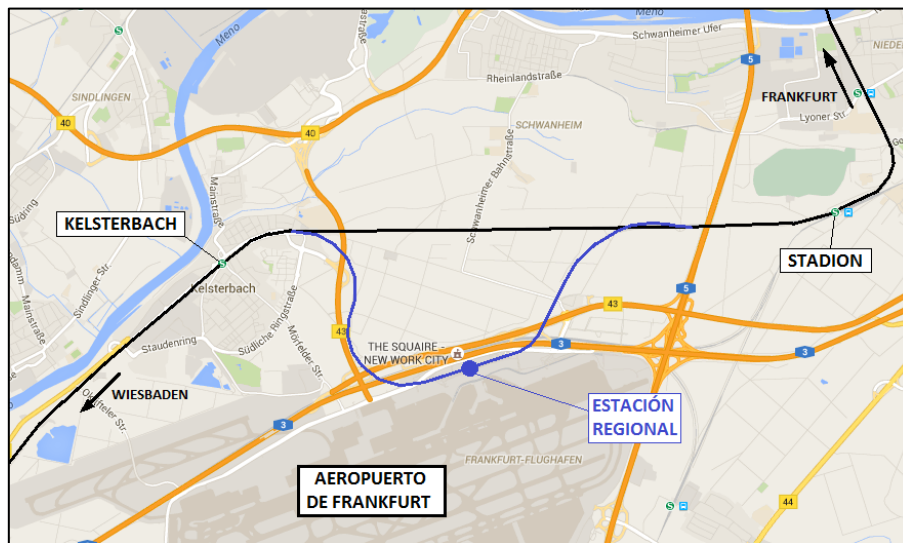
Las líneas S8 y S9 conectan la ciudad y sus zonas suburbanas con el aeropuerto en un tiempo medio de 12' (Estación Central o *Frankfurt Hauptbahnhof*) y con una frecuencia aproximada de paso de 15'.

- **Trenes regionales express RE**

Los servicios RE80 y RE55 conectan el aeropuerto con otras ciudades alemanas y también con el centro de la ciudad pero con menos frecuencia que los S-Bahn. Estos trenes circulan a velocidades superiores que los S-Bahn y sirven a menos estaciones. El precio del billete ciudad-aeropuerto para los S-Bahn y para los RE es de 4,10 euros.

Actualmente la estación cuenta con 223 conexiones regionales al día que permiten una movilidad óptima a través de la región de Frankfurt/Rin-Meno. Para la construcción del acceso y de la estación se invirtieron aproximadamente un total de 50 millones de euros.

La conexión se realizó mediante un desvío de 7,5 Km en forma de anillo de la línea ferroviaria de cercanías existente (fig 3.26). El desvío en dirección oeste empezaba pocos Km después de la estación de *Stadion*, conectaba seguidamente con el aeropuerto y volvía a enlazar con la línea existente en la estación y población de *Kelsterbach*.



**Figura 3.26** Conexión de la línea ferroviaria regional al aeropuerto de Frankfurt. Fuente: Elaboración propia a partir de [www.maps.google.es](http://www.maps.google.es)

### a) Estación de trenes de larga distancia (*Frankfurt Flughafen Fernbahnhof*)

Con la realización de la línea de AV entre Colonia y Frankfurt, iniciada en 1995, se decidió realizar una segunda estación en el aeropuerto de esta última ciudad con la finalidad de destinarla exclusivamente al tráfico *intercity* de viajeros. La estación complementa la conexión ferroviaria regional original conectando el aeropuerto con la ciudad de Frankfurt y con otras ciudades alemanas mediante servicios InterCity (IC) e InterCity Express (ICE).

Inaugurada en mayo de 1999 como parte del primer tramo de la línea de AV Colonia-Frankfurt está situada al otro lado de la autopista A3 y a unos 200 m de la T1 del aeropuerto al cuál se accede mediante una pasarela de 200 m de largo y 80 de ancho (fig 3.27). A partir de finales de



2002 con la entrada en servicio de la línea entera Colonia-Frankfurt, la estación se convirtió en un verdadero centro de intercambio modal entre la aviación y el ferrocarril sustituyendo este último modo a algunos de los servicios aéreos operativos entonces.

**Figura 3.27** Estación de AV de FRA y pasarela de conexión a la T1  
([www.frankfurt-holm.de](http://www.frankfurt-holm.de))

La estación cuenta con 2 plataformas centrales que sirven a 2 vías cada una; por las vías 6-7 operan los servicios en dirección *Mainz* y Colonia, mientras que las vías 4-5 operan los servicios hacia la ciudad de Frankfurt o hacia *Mannheim* a través del desvío que existe después de la estación (fig 3.28). Los trenes de larga distancia que operan son:

- Trenes InterCity (IC)  
Estos servicios conectan el aeropuerto con diferentes ciudades del territorio alemán a velocidades de 200 Km/h.
- Trenes InterCity Express (ICE)  
Este tren de AV conecta el aeropuerto con diferentes puntos de Alemania y también de países vecinos como Holanda, Bélgica o Austria a velocidades de hasta 300 Km/h.

Por lo que respecta a la estación ferroviaria que serviría a la línea de AV Colonia-Frankfurt en el aeropuerto de FRA, se estudiaron las siguientes opciones:

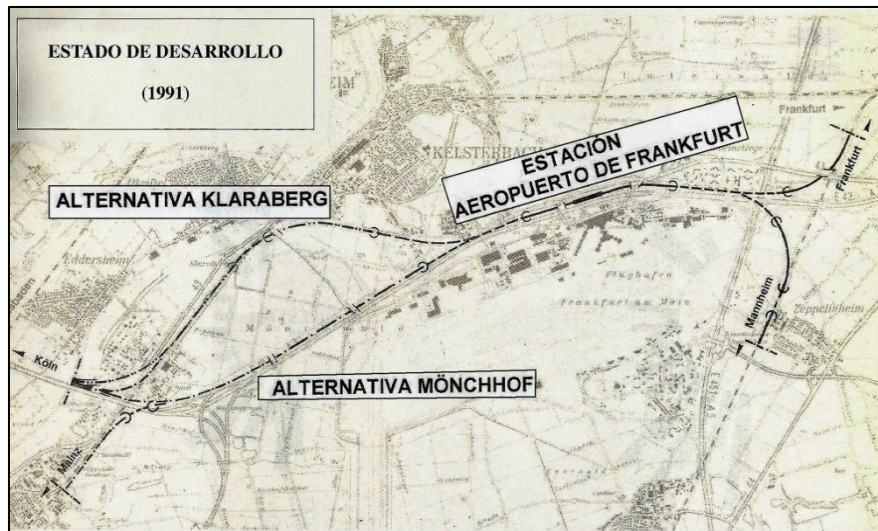
- **Opción 1:** Expansión y acondicionamiento de la estación regional con una cuarta vía para los trenes de AV
- **Opción 2:** Construir otra estación en el mismo edificio de la terminal del aeropuerto
- **Opción 3:** Construir una nueva estación de AV en la superficie al lado del aeropuerto

Finalmente como hemos visto anteriormente, la opción final que se escogió fue la opción 3. Si en un futuro hubiese suficiente demanda de tráfico proveniente del sur, se decidiría que la estación también se conectaría y serviría al tráfico regional hacia y desde *Mannheim*. La opción 1 requería un elevado coste de reconstrucción de la estación regional y las previsiones apuntaban a que la remodelada estación no podría absorber a medio término el aumento de tráfico y operaciones ferroviarias. La opción 2 obtendría beneficios según un estudio de viabilidad pero fue rechazada debido al elevado coste de la obra.

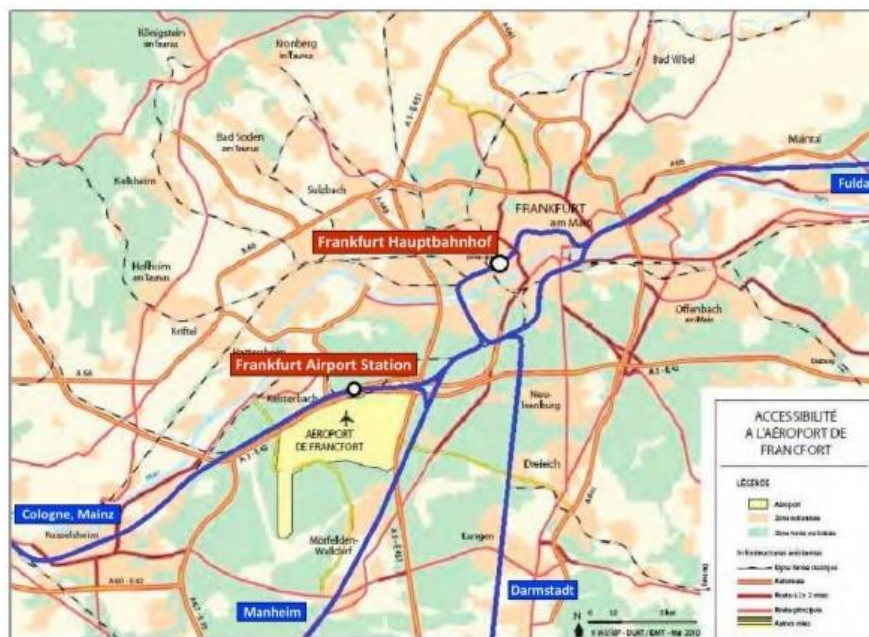
Una vez establecida la idea de construir la nueva estación al lado del aeropuerto entre las autopistas A3 y B43 se contemplaron las alternativas indicadas en la fig 3.28 para la conexión de la línea de AV Colonia-Frankfurt con el aeropuerto de FRA. En ambas alternativas se disponía de una conexión con la línea *Mainz-Frankfurt*. La Federación Alemana de Ferrocarriles

clasificó la alternativa *Klaraberg* más favorable para las operaciones de tráfico ferroviario, aunque la alternativa *Mönchhof* que discurría paralelamente a lo largo de la autopista A3 generaba menores costes y menor impacto ambiental en la población de *Kelsterbach*.

Finalmente la decisión final se orientó hacia la alternativa *Mönchhof* y el establecimiento de curvas de conexión entre la nueva línea y la línea hacia *Mainz* (fig 3.28) reduciría las desventajas operacionales de esta alternativa, permitiendo acceder al aeropuerto con velocidades máximas comprendidas entre 160-200 Km/h. La fig 3.29 proporciona una visión global de la inserción del paso por el aeropuerto en los enlaces ferroviarios próximos a la estación central de Frankfurt.



**Figura 3.28** Alternativas de trazado para el acceso al aeropuerto de Frankfurt de la línea de AV Colonia-Frankfurt. Fuente: Andrés López Pita, 2003



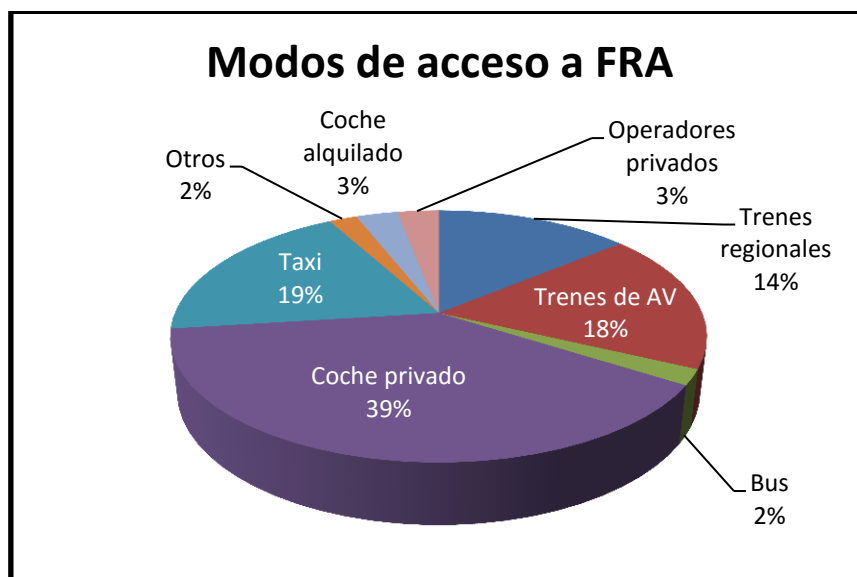
**Figura 3.29** Esquema de enlaces ferroviarios en el entorno del aeropuerto de FRA. Fuente: Rafael Amador Guerrero, 2014

### Síntesis

La accesibilidad por ferrocarril del aeropuerto de Frankfurt es una de las más interesantes que existe actualmente en Europa por varios motivos:

- 1) Fue el primer aeropuerto alemán dotado de conexión ferroviaria
- 2) Es el aeropuerto hub más grande de Alemania y el tercero más grande de toda Europa
- 3) El aeropuerto está convenientemente situado en una de las principales arterias ferroviarias de larga distancia, conectando el oeste de Alemania con las regiones del este y del sur.
- 4) Dispone de conexión ferroviaria regional y conexión ferroviaria a la red de AV alemana permitiendo viajar al aeropuerto desde diferentes puntos del país y desde países vecinos con unos tiempos muy competitivos y con una oferta de 400 trenes/día.
- 5) Servicio AiRail: es un sistema que potencia la intermodalidad facilitando un continuo intercambio modal tren-avión en el aeropuerto de FRA, permitiendo al pasajero facturar su equipaje para su desplazamiento aéreo en el propio vestíbulo de la estación de AV de trenes de larga distancia (AiRail Terminal). De esta manera el viajero evita cargar con el equipaje los 250 m hasta los mostradores situados en la misma terminal para realizar la facturación. El servicio también incluye para los trayectos Colonia-FRA y Stuttgart-FRA un sistema de billete integrado tren-avión, una perfecta coordinación horaria tren-avión y la posibilidad de facturar antes de subir al tren en Colonia y Stuttgart, aunque el quipaje habrá que dejarlo en el aeropuerto en el AiRail Terminal comentado anteriormente.

Como podemos ver gráficamente en la fig 3.30 la cuota de mercado del ferrocarril representa 32 puntos, prácticamente 1/3 de la cuota total. En particular en 2015 un total de 5 millones de pasajeros utilizaron la estación de larga distancia representando un 18% de la cuota de mercado de modos de acceso (fig 3.30) y un total de 3,5 millones la estación regional (14%).



**Figura 3.30** Distribución modal de acceso a FRA en 2015. Fuente: [www.fraport.com](http://www.fraport.com)



### 3.7 MUNICH

Múnich es la capital y la ciudad más grande del estado germano de Bavaria, y la tercera más grande del país después de Berlín y Hamburgo con una población de 1,5 millones. Su área metropolitana cuenta con un total de 2,5 millones de habitantes y solamente dispone de un único aeropuerto situado a las afueras al noreste de la ciudad, el Múnich-Franz Josef Strauss.

Aeropuerto	Tráfico anual en millones de pasajeros (2014)	Distancia al centro de Múnich (Km)	Nº terminales	Conexión ferroviaria
Múnich Franz Josef Strauss	39,7	29 NE	2	SÍ

**Tabla 3.10** Aeropuerto de la ciudad de Múnich. Fuente: Elaboración propia a partir de [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) y [www.aci.aero](http://www.aci.aero)

#### Múnich-Franz Josef Strauss (MUC)

##### El aeropuerto

Se trata del segundo aeropuerto más grande de Alemania en términos de tráfico de pasajeros después del aeropuerto de Frankfurt y es uno de los hubs de transporte intermodal más grandes e importantes del país. Sirve como segundo *hub* a la aerolínea germana *Lufthansa* después del aeropuerto de FRA y fue inaugurado en 1992 al reemplazar el antiguo aeropuerto de Múnich-Riem. Dispone de 2 terminales y 2 pistas de aterrizaje/despegue.

##### Accesibilidad por ferrocarril y servicios

El aeropuerto dispone de una conexión ferroviaria de línea metropolitana en forma de *cul-de-sac* con 2 estaciones (fig 3.31), la primera (*Visitors' Park*) conecta las áreas de mantenimiento y carga, el parking de larga estancia y edificios administrativos; la segunda estación es la del aeropuerto, situada en un túnel debajo de la T1. Dos líneas suburbanas de la red S-Bahn

conectan el aeropuerto actualmente con el centro de la ciudad (fig 3.32). La línea S8 enlaza el aeropuerto desde el este de la ciudad y la línea S1 desde el oeste.



**Figura 3.31** Esquema del aeropuerto de MUC y de las estaciones ferroviarias. Fuente: Adaptación de Institut d'aménagement et d'urbanisme, 2011

Ambos trazados ferroviarios por donde discurren las líneas S1 y S8 se unen justo antes de entrar por el oeste a la zona aeroportuaria (fig 3.32), adentrándose en túnel (fig 3.33) a partir de la estación de *Visitors' Park* para finalmente llegar a la estación del aeropuerto y punto final de las dos líneas. Ambas líneas parten con una frecuencia de 20' cada una desde las estaciones de *Hauptbahnhof* (estación central), *Marienplatz* (centro de la ciudad), *Laim* (oeste de la ciudad) y de *Ostbahnhof* (este de la ciudad). El trayecto dura unos 40' de media para las dos líneas y el precio del billete es de unos 9 euros. Un total de 6 trenes/hora sirven a MUC.



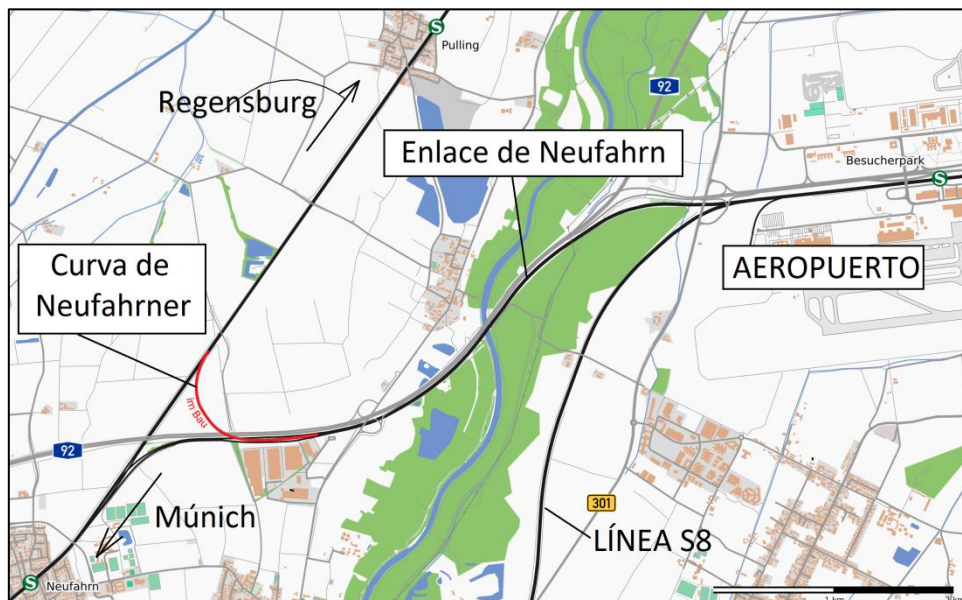
**Figura 3.32** Trazados líneas S1 y S8  
Fuente: [www.munich-airport.de](http://www.munich-airport.de)



**Figura 3.33** Entrada al túnel del aeropuerto de MUC. Fuente: [www.wikimedia.org](http://www.wikimedia.org)

### Enlace de *Neufahrn*

Después de la inauguración del aeropuerto en 1992, la única conexión que existía era la línea Este de Múnic-Aeropuerto (S8). El enlace de *Neufahrn* (fig 3.34), utilizado por la línea S1, fue construido e inaugurado en 1998 para establecer una segunda conexión. Con una longitud de 7,3 Km se bifurca al norte de la población de *Neufahrn bei Freising* desde la línea Múnic-Regensburg (fig 3.34). Para minimizar al máximo el impacto sobre el territorio, discurrir paralelamente a la autopista 92 en aproximadamente el 80% de su trazado. Finalmente se une con la línea S8 procedente de Múnic para ya entrar en el aeropuerto.



**Figura 3.34** Trazado del enlace de *Neufahrn* hacia el aeropuerto. Fuente: Adaptación de [www.wikimedia.org](http://www.wikimedia.org)

## Síntesis

Una atractiva oferta ferroviaria de acceso con un buen servicio y calidad para el usuario es indispensable para la competencia aeroportuaria en el mercado europeo. Para ello el aeropuerto de MUC y el gobierno han estado planificando futuras mejoras de acceso en ferrocarril para hacer del aeropuerto un *hub* intermodal.

### Proyecto de cierre del anillo de *Erding*

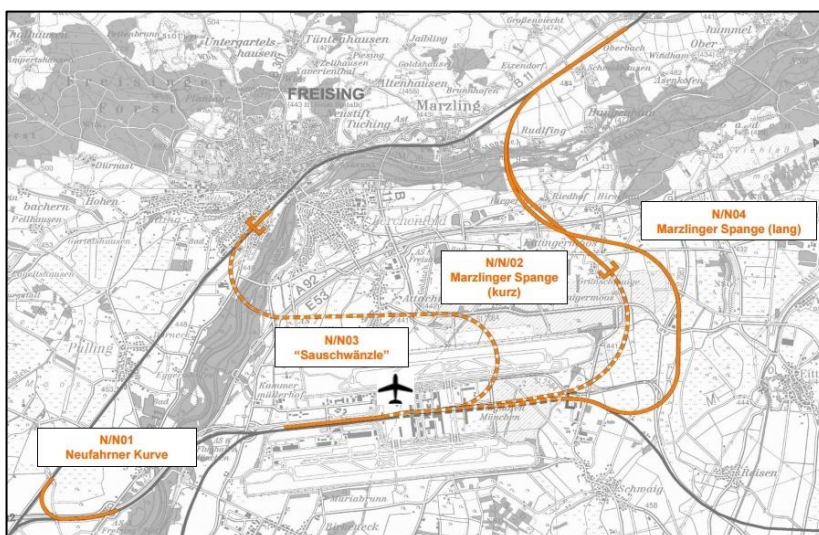
Este futuro proyecto de 30,2 Km en doble vía, mejorará notablemente las conexiones ferroviarias del estado de Baviera con el aeropuerto de Múnich conectando las poblaciones de *Freising* y *Erding* a través del aeropuerto (fig 3.35), dándole continuidad a la línea en la estación en *cul-de-sac* de MUC hacia el este. El proyecto se divide en diferentes fases:

#### Fase 1: Curva de *Neufahrner*

Esta conexión de 2,3 Km es la primera etapa del anillo de *Erding* y consistirá en una curva que conectará la línea Regensburg-Múnich con el enlace de *Neufahrn* (fig 3.36). Este nuevo enlace permitirá conectar directamente vía ferrocarril las poblaciones del norte y noreste de Baviera (*Regensburg, Landshut, Moosburg, Freising...*) con el aeropuerto de MUC. Actualmente los usuarios de estas poblaciones, para acceder al aeropuerto en ferrocarril tienen sólo dos opciones:

- Mediante la línea ferroviaria *Regensburg-Múnich* desplazarse hasta la población de *Neufahrn bei Freising*. Una vez allí, cambiar a un tren de la línea S1 hacia MUC
- Mediante la línea ferroviaria *Regensburg-Múnich* desplazarse hasta la población de *Freising*. Una vez allí coger un bus lanzadera hacia MUC

Para una correcta planificación del enlace, se hizo un exhaustivo estudio de alternativas que se discutieron durante más de 10 años y que vemos en la figura 3.35. De las 4 alternativas se escogió como solución final la curva de *Neufahrner* por varios motivos:



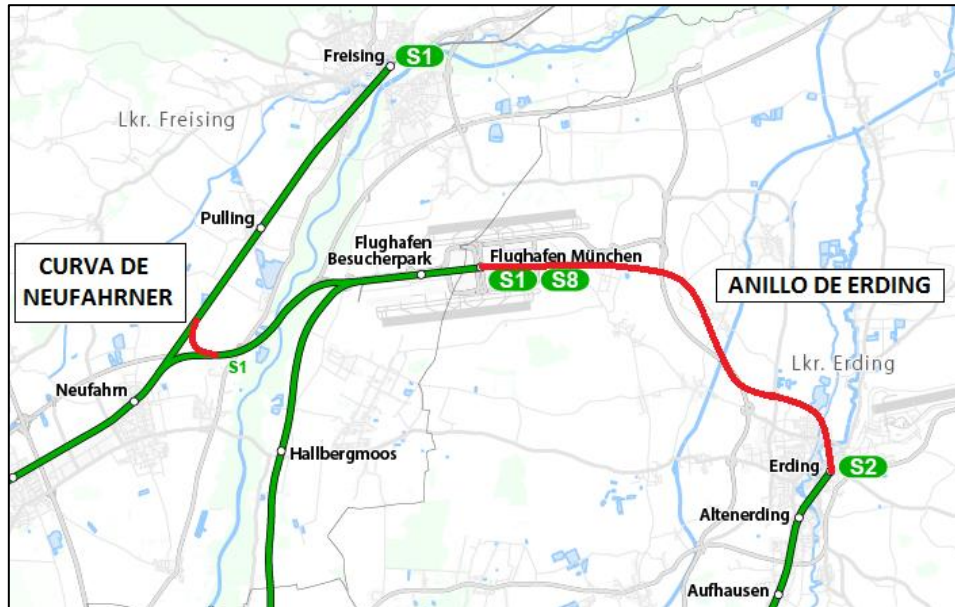
- Es la alternativa con una mejor relación beneficio/coste
- Representa la inversión más baja (85 millones de euros frente a los 400-600 millones de las otras opciones)
- Es la más fácil y rápida de implementar
- Es viable a corto plazo

**Figura 3.35** Alternativas de trazado para la conexión ferroviaria con el aeropuerto de MUC desde el N y NE de Baviera. Fuente:

Adaptación de [www.s-bahn-muenchen.de](http://www.s-bahn-muenchen.de)

### Fase 2: Anillo de Erding

Esta fase pretende conectar el aeropuerto por el este con la población de *Erding* (fig 3.36) para permitir a las poblaciones del sudeste de Bavaria acceder al aeropuerto de MUC directamente en ferrocarril. Con un coste de 300 millones de euros está previsto que entre en servicio para el año 2020.



**Figura 3.36** Cierre del anillo de Erding y Curva de Neufahrner. Fuente: Adaptación de [www.wikimedia.org](http://www.wikimedia.org)

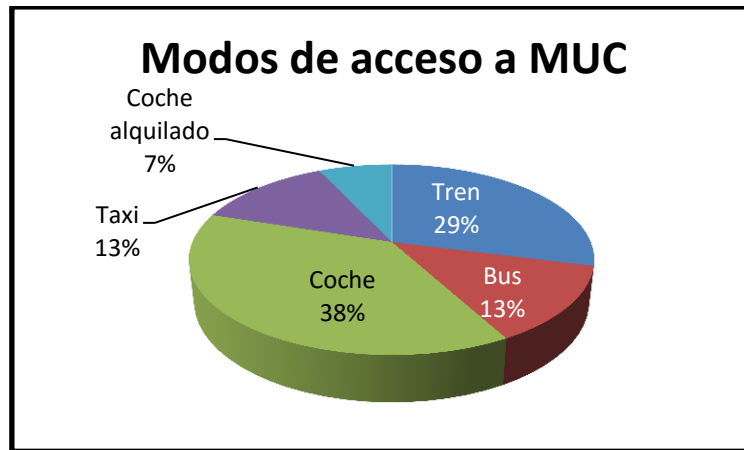
Actualmente la distribución modal de acceso es la que se observa en la figura 3.37 con una cuota de mercado bastante elevada para el ferrocarril, con cerca de 30 puntos. El futuro proyecto de conexión (fig 3.36) implicará a de bien seguro un aumento en la cuota de mercado de acceso al aeropuerto en ferrocarril debido a los siguientes factores:

- Permitirá conectar de manera directa en ferrocarril la Baviera oriental y septentrional con el aeropuerto
- El aeropuerto pasará a estar conectado con ferrocarriles regionales a parte de los suburbanos que operan actualmente (S-Bahn)
- Aumentará la frecuencia de trenes suburbanos desde Múnich hacia el aeropuerto
- La curva de Neufahrner reducirá en 30' los tiempos de trayecto al aeropuerto desde el Norte y Nordeste de Baviera. De la población de *Landshut* a MUC por ejemplo el tiempo de recorrido pasará a ser de 30' en vez de la hora que existe actualmente

Además, se potenciará el intercambio modal tren-avión en el aeropuerto. Un estudio asistido por el Ministerio Federal de Transporte de Alemania cuantifica los beneficios económicos de los efectos de la intermodalidad tren-avión en todo el país en 268 millones de euros anualmente para toda Alemania. Estos beneficios provienen básicamente de:

- Sustitución de la carretera por el tren para muchos usuarios, por lo tanto menos congestión y menos emisiones de CO2
- Reducción en los tiempos de trayecto y aumento de las conexiones directas a los aeropuertos
- Creación de nuevos empleos





**Figura 3.37** Distribución modal de acceso a MUC en 2015. Fuente: [www.munich-airport.de](http://www.munich-airport.de)

### 3.8 BERLÍN

La ciudad de Berlín es la capital de Alemania y la segunda más poblada de la Unión Europea con 3,5 millones de habitantes. Situada al noreste del país a unos 70 Km de la frontera con Polonia, cuenta con 2 aeropuertos (tabla 3.11 y fig 3.38) que sirven a la ciudad y a su área metropolitana. El principal aeropuerto es el de Berlín Tegel con cerca de 21 millones de pasajeros al año, aunque no dispone de ninguna conexión directa a la red ferroviaria. Para acceder al recinto aeroportuario existen varios servicios de autobús y también se puede llegar por autopista. Desde los años 60 estuvo planeada una estación de metro en Berlín Tegel conectando el aeropuerto con la red de metro U-bahn, pero nunca llegó a realizarse.

Aeropuerto	Tráfico anual en millones de pasajeros (2014)	Distancia al centro de Berlín (Km)	Nº terminales	Conexión ferroviaria
Berlín Tegel	20,7	8 NW	5	NO
Berlín Schönefeld	7,3	18 SE	4	SÍ

**Tabla 3.11** Aeropuertos de la ciudad de Berlín. Fuente: Elaboración propia a partir de [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) y [www.aci.aero](http://www.aci.aero)



Por otro lado el aeropuerto secundario de la ciudad, el de *Schönefeld*, sí dispone de conexión ferroviaria, por lo tanto analizaremos este último a continuación. El área representada por la fig. 3.38 representa el estado de Berlín donde podemos observar la posición relativa de los dos aeropuertos en amarillo.

**Figura 3.38** Aeropuertos de Berlín dentro del estado de Berlín. Fuente: [www.wikimedia.org](http://www.wikimedia.org)

## Berlín Schönefeld (SXF)

### El aeropuerto

Berlín Schönefeld está situado en el estado de *Brandenburg* cerca de la población de Schönefeld, justo al otro lado de la frontera sudeste del estado de Berlín (fig 3.38). Es el más pequeño de los dos que sirven a la ciudad de Berlín y dispone de 4 terminales.

### Accesibilidad por ferrocarril y servicios

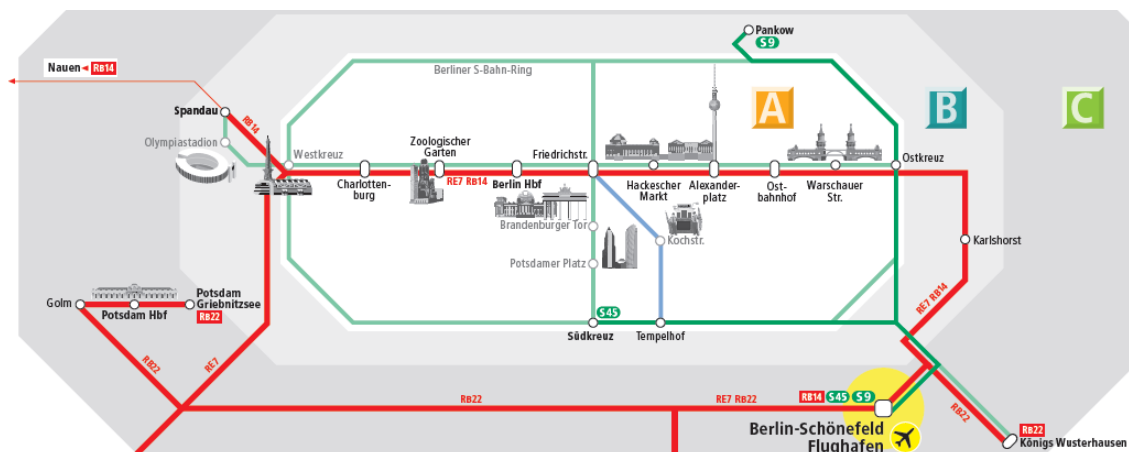
Cuenta con una estación de ferrocarril conectada a las líneas S9 y S45 de la red de trenes de cercanías S-Bahn y a la red de trenes regionales *Regionalbahn* (RB) y *Regional-Express* (RE). La estación está situada al lado del aeropuerto a 5' caminando de la zona donde se ubican las terminales (fig 3.39) a través de un camino peatonal cubierto. La estación se construyó en 150



días y se inauguró en 1951. En 1962 se añadió una plataforma adicional y el aeropuerto quedó conectado con los servicios S-Bahn.

La línea S9 conecta el anillo este de Berlín desde el norte de la ciudad con el aeropuerto con una frecuencia de 20', y la línea S45 lo mismo pero a través del anillo sur de la ciudad (fig 3.40).

**Figura 3.39** Posición relativa de la estación ferroviaria en el aeropuerto de SXF. Fuente: [www.berlin-airport.de](http://www.berlin-airport.de)



**Figura 3.40** Red ferroviaria conectada al aeropuerto de SXF. Fuente: [www.berlin-airport.de](http://www.berlin-airport.de)

Los servicios regionales son los únicos que conectan el centro de la ciudad con el aeropuerto, concretamente las líneas RE7 y RB14, en un tiempo medio de 30' y con una frecuencia también de 30' (este servicio es el llamado *Airport Express*). También existe otro servicio regional (RB22) adicional que conecta el aeropuerto con la capital del estado de *Brandenburg*, *Potsdam* (fig 3.40).



### Síntesis

Personalmente resulta extraño y sorprendente que el principal aeropuerto de la capital de Alemania y segunda ciudad más poblada de toda la UE no disponga de conexión ferroviaria, y sí en cambio el secundario de la ciudad (Schönefeld) con un 1/3 del tráfico del primero.

### Futuro aeropuerto de Berlín Brandenburg (BER)

Este futuro aeropuerto en fase de construcción actualmente, está previsto que entre en servicio a finales del 2017 y sustituirá al aeropuerto de Berlín-Tegel y al de Schönefeld. Estará situado adyacente al aeropuerto de SXF, con el objetivo de descongestionar el tráfico aéreo existente en el aeropuerto de Tegel.

Dispondrá de una estación ferroviaria situada de 405 m de largo por 60 m de ancho justo debajo de la futura nueva terminal con 3 plataformas y 6 vías de tren. Dos de las vías en una plataforma serán el final de las dos líneas suburbanas S-Bahn S9 y S45, los mismos que operan actualmente hasta SXF. Para estos servicios se ha realizado un ramal en anillo desde SXF hasta la nueva terminal de BER (verde discontinuo en la fig 3.41).

Las otras dos plataformas, con 4 vías, servirán a los trenes regionales, de larga distancia y de AV (EuroCity, IC, ICE y Regional Express). Para conectar estos servicios se ha construido el enlace por debajo del aeropuerto atravesándolo en un túnel de 3,1 Km de largo. (azul discontinuo en la fig 3.41). El Regional Express que opera actualmente a SXF, unirá la estación de *Berlin Hauptbahnhof* (centro de la ciudad) con el futuro aeropuerto de Brandenburg en un tiempo por debajo de los 20' y con una frecuencia de paso de 15'. El recorrido de este servicio será a partir del trazado en rojo discontinuo de la figura 3.41 para desviarse a BER por el trazado azul discontinuo.

Los servicios IC e ICE conectarán el aeropuerto con diferentes ciudades alemanas como *Leipzig, Hannover, Hamburg, Düsseldorf* y *Wolfsburg*. Los servicios EuroCity conectarán BER con *Cracovia y Breslavia* (Polonia), con *Ámsterdam* (Holanda) y con *Praga* (República Checa).



**Figura 3.41** Futura conexión ferroviaria con BER. Fuente: Adaptación de [www.s-bahn-berlin.de](http://www.s-bahn-berlin.de)

### 3.9 VIENA

Viena es la capital y la ciudad más grande de Austria con una población de unos 1,8 millones de habitantes y un total de 2,6 millones considerando su área metropolitana. Dispone de un solo aeropuerto con un tráfico importante de pasajeros situado al sudeste de la ciudad.

Aeropuerto	Tráfico anual en millones de pasajeros (2014)	Distancia al centro de Viena (Km)	Nº terminales	Conexión ferroviaria
Schwechat	22	18 SE	4	SÍ

**Tabla 3.12** Aeropuerto de la ciudad de Viena. Fuente: Elaboración propia a partir de [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) y [www.aci.aero](http://www.aci.aero)

#### Schwechat (VIE)

##### El aeropuerto

Situado en la población de *Schwechat* y a 57 Km de la ciudad de Bratislava (capital de Eslovaquia) es el aeropuerto más grande del país. Sirve como *hub* a las compañías *Austrian Airlines* y *Niki* e incluye una densa red de destinos europeos así como vuelos internacionales a América, Asia y África.

##### Accesibilidad por ferrocarril y servicios

El aeropuerto dispone de conexión ferroviaria directa (fig 3.42) con una estación de ferrocarril situada debajo de las terminales en el nivel -2. La accesibilidad se puede efectuar mediante la red de servicios suburbanos *S-Bahn*, mediante un tren express sin paradas puesto en servicio íntegramente para conectar la ciudad con el aeropuerto y finalmente también se puede acceder a través de trenes de larga distancia.



**Figura 3.42** Conexión ferroviaria en el aeropuerto de VIE. Fuente: [www.fahrplan.oebb.at](http://www.fahrplan.oebb.at)

En 1977 se inauguró la conexión aeroportuaria con un servicio de *S-Bahn* operado por ÖBB (Ferrocarriles Federales Austríacos) que conectaba las 2 estaciones principales de la ciudad (estaciones *Mitte* y *Praterstern*) con el aeropuerto en un tiempo de 35'. No obstante, en algunos tramos la línea sólo disponía de una vía para el servicio, lo cuál limitaba considerablemente una explotación óptima y eficaz. En 1997 se iniciaron las obras para mejorar la línea facilitando doble vía en todo el recorrido, se aumentó la capacidad y la eficiencia del servicio al incrementarse la velocidad de la línea hasta los 120 km/h, reduciendo por lo tanto los tiempos de trayecto.

En 2003 se inauguró la nueva reforma de la línea con el servicio S7 de *S-Bahn* que conecta el aeropuerto con la estación de *Mitte* (cerca del centro de la ciudad) en 25' con paradas intermedias, con una frecuencia de paso de 30' y con un precio de 2,40 euros. Al mismo tiempo entró en servicio el denominado CAT o *City Airport Train* que circula por la misma vía que el tren de cercanías S7 y ofrece un servicio directo desde la estación de *Mitte* al aeropuerto (fig 3.43) sin paradas intermedias en un tiempo de 16' y con una frecuencia de 30'. Este servicio "premium" es bastante más caro que el S7 con un precio de 11 euros el billete sencillo.

Desde 2003 hasta 2014 se rediseñó totalmente la estación del aeropuerto y se extendió para adaptarla a los servicios de larga distancia. Se aumentó la sección transversal de la estación, se extendieron las plataformas originales de 200 m a 450 m de largo en dirección este y se complementó el túnel este de la pista con un segundo tubo. La conversión de la estación se realizó parcialmente en dos fases, la primera entró en servicio en octubre de 2008 y la última en diciembre de 2014 permitiendo ya una total operatividad de la estación.



**Figura 3.43** Trayectos de las líneas que conectan la ciudad de Viena con el aeropuerto

Fuente: Elaboración propia a partir de [www.maps.google.es](http://www.maps.google.es)

Una vez completada la nueva estación en diciembre de 2014, empezaron a circular los primeros trenes de AV ICE alemanes procedentes de Alemania hasta el aeropuerto a través de las estaciones de *Meidling* y *Hauptbahnhof* (estación central) con una frecuencia de 2h (fig 3.43). A partir de diciembre de 2015 se incorporaron también los servicios de AV austríacos *Railjet* e *InterCity* procedentes de otras ciudades de Austria como Salzburgo, Innsbruck, Wels y Linz, por lo que la frecuencia aumentó a 2 trenes/hora. El trayecto en estos trenes desde la estación central de Viena y el aeropuerto dura 18' por un precio de 4,40 euros.

### Síntesis

La nueva estación dispone de 3 plataformas, dos centrales en isleta donde paran los servicios de cercanías y de larga distancia, y una lateral íntegramente utilizada para los trenes CAT de color verde como se puede observar en la fig 3.45. El acceso ferroviario se realiza mediante túnel por ambos lados del aeropuerto para enlazar con la estación subterránea debajo de las terminales (fig 3.44). Una vez en la estación mediante la utilización de escaleras o ascensor se accede directamente al vestíbulo principal dentro de la misma terminal del aeropuerto.





**Figura 3.44** Acceso ferroviario de un servicio S7 al aeropuerto a través del túnel del oeste

Fuente: [www.austrianwings.info](http://www.austrianwings.info)



**Figura 3.45** Plataformas de la estación ferroviaria del aeropuerto de Viena

Fuente: [www.wikimedia.org](http://www.wikimedia.org)

Es importante destacar el servicio de *check-in* que ofrece el tren express CAT para sus pasajeros en la terminal de la estación de Viena-Mitte. La estación dispone de ocho mostradores especiales (fig 3.46) para poder realizar el *check-in* del vuelo a los viajeros que viajen en el CAT hacia el aeropuerto para tomar un vuelo. Este servicio es totalmente gratuito

y lo único que se necesita es un billete de tren CAT y el billete de avión, que deberán ser facilitados en los mostradores de la estación *Mitte* para proceder a la realización del *check-in*.



**Figura 3.46** Mostradores del tren CAT para facturar el equipaje en la terminal de la estación de *Mitte* ([www.austrianwings.info](http://www.austrianwings.info))

Las aerolíneas que ofrecen este servicio son: Air Berlin, Austrian, Fly Niki, Lufthansa, Swissair y Tyrolean. Lo más destacable de este servicio es que se puede facturar el quipaje dejándolo en la misma estación de *Mitte*, permitiendo al pasajero desplazarse sólo con el equipaje de mano hasta el aeropuerto. Esta oferta resulta realmente atractiva

debido a la adición de la comodidad y la calidad del servicio. Finalmente en la fig 3.47 podemos observar la distribución modal para los diferentes modos de acceso al aeropuerto en el año 2010 (sólo pasajeros). El acceso mediante el uso del ferrocarril representaba un 25%, aún bastante por debajo de las previsiones de ÖBB de un 35% futuro. Lo más probable es que en la actualidad el ferrocarril para acceder a VIE tenga mayor cuota de mercado debido a la mayor oferta de acceso ferroviario y a la finalización y entrada en servicio de la nueva estación del aeropuerto en diciembre de 2014.

En la tabla 3.13 tenemos un resumen y una comparación entre los diferentes modos ferroviarios de acceso al aeropuerto de Viena-Schwechat. Podemos decir que está muy bien comunicado ferroviariamente y con una amplia oferta de opciones para el usuario. Queremos

reiterar la posibilidad de facturar el equipaje y efectuar el *check-in* en la misma estación de *Mitte* si viajamos con el CAT, lo cuál lo hace realmente atractivo especialmente si se viaja con mucho equipaje, aún teniendo en cuenta su elevado precio comparado con los otros modos.

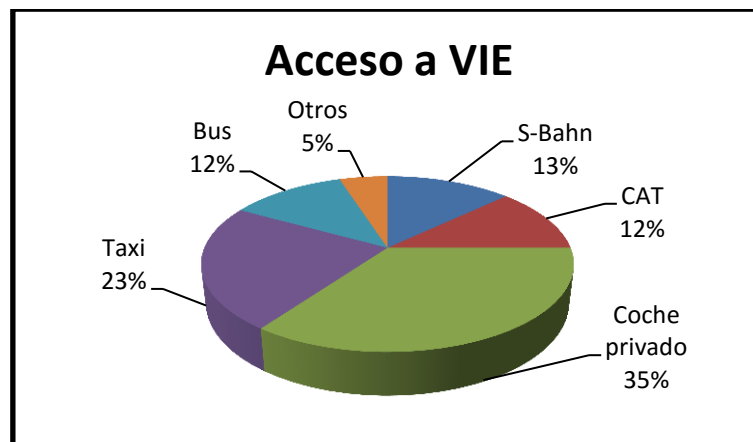


Figura 3.47 Distribución modal de acceso a VIE en 2010. Fuente: [www.iaro.com](http://www.iaro.com)

Servicio	Directo	Estación de salida	Tiempo de trayecto	Frecuencia	Billete de ida
<b>S7</b>	No	<i>Mitte</i>	25'	30'	2,40 €
<b>CAT</b>	Sí	<i>Mitte</i>	16'	30'	11 €
<b>Railjet, InterCity</b>	Sí	<i>Central</i>	18'	30'	4,40 €

Tabla 3.13 Prestaciones de los diferentes accesos por ferrocarril desde el centro de Viena hasta el aeropuerto de VIE (Elaboración propia)

### 3.10 MILÁN

Milán es la segunda ciudad más poblada de Italia después de Roma con una población de 1,3 millones de habitantes, aunque su área metropolitana sí que es la más poblada del país por delante de la de Roma con 5,3 millones. La ciudad dispone de 2 aeropuertos (tabla 3.14), el de Linate para vuelos domésticos y de corto radio, y el de Malpensa para vuelos de corto y largo alcance.

Aeropuerto	Tráfico anual en millones de pasajeros (2014)	Distancia al centro de Milán (Km)	Nº terminales	Conexión ferroviaria
<b>Malpensa</b>	18,9	49 NW	2	SÍ
<b>Linate</b>	9	7 E	1	NO

Tabla 3.14 Aeropuertos de la ciudad de Milán. Fuente: Elaboración propia a partir de [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) y [www.aci.aero](http://www.aci.aero)

Estudiaremos a continuación el aeropuerto de Milán-Malpensa ya que es el único que dispone de conexión ferroviaria, además de ser el más importante de la ciudad y el que tiene un mayor movimiento de pasajeros. En la fig 3.48 podemos ver la posición relativa de los dos aeropuertos respecto la ciudad.

## Malpensa (MXP)

### El aeropuerto

Inicialmente era un aeropuerto militar debido a que su lejana ubicación no hacía atractiva su utilización para la aviación comercial, teniendo en cuenta especialmente la proximidad del aeropuerto de Linate (Tabla 3.14). Durante los años 80 Linate alcanzó su límite de capacidad operativa y en 1985, a partir del Plan Malpensa 2000, Malpensa fue designado como el



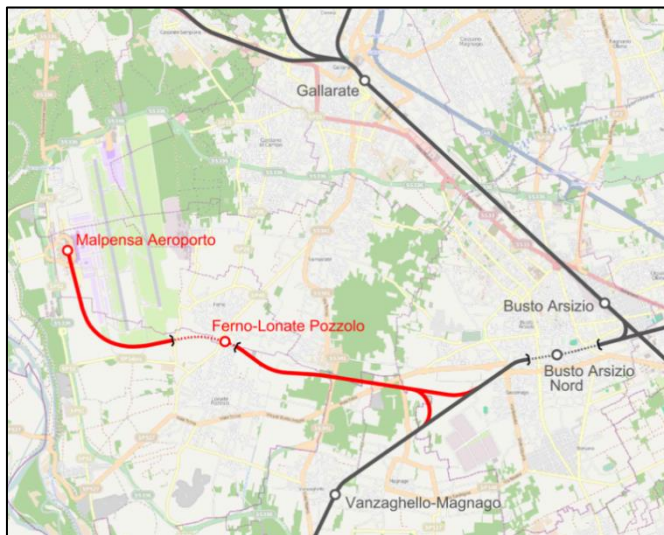
**Figura 3.48** Posición relativa de los aeropuertos de Milán

Fuente: [www.pianetaautonoleggio.com](http://www.pianetaautonoleggio.com)

principal centro aéreo del norte de Italia mientras que Linate fue degradado a vuelos domésticos y de corto alcance. El Plan incluía la construcción de una nueva terminal así como el desarrollo de conexiones rápidas y eficientes con el centro de la ciudad. Las obras empezaron en 1990 y en 1998 el aeropuerto abrió a la explotación comercial. El aeropuerto dispone de 2 terminales (fig 3.53), la nueva T1 abierta en 1998 es la más grande e importante del aeropuerto y la T2 actual es la antigua terminal del aeropuerto.

### Accesibilidad por ferrocarril y servicios

La distancia desde MXP hasta Milán hacía imprescindible contar con una conexión ferroviaria para facilitar y optimizar los desplazamientos. El enlace ferroviario se realizó mediante un ramal de 12 Km desde la población de Busto Arsizio, a partir de la línea que unía las



**Figura 3.49** Ramal ferroviario en rojo para conectar el aeropuerto de MXP con Milán. Fuente:

[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

principal centro aéreo del norte de Italia mientras que Linate fue degradado a vuelos domésticos y de corto alcance. El Plan incluía la construcción de una nueva terminal así como el desarrollo de conexiones rápidas y eficientes con el centro de la ciudad. Las obras empezaron en 1990 y en 1998 el aeropuerto abrió a la

explotación comercial. El aeropuerto dispone de 2 terminales (fig 3.53), la nueva T1 abierta en 1998 es la más grande e importante del aeropuerto y la T2 actual es la antigua terminal del aeropuerto. La distancia desde MXP hasta Milán hacía imprescindible contar con una conexión ferroviaria para facilitar y optimizar los desplazamientos. El enlace ferroviario se realizó mediante un ramal de 12 Km desde la población de Busto Arsizio, a partir de la línea que unía las poblaciones de Novara y Saronno (fig 3.49). A través de esta última ciudad, la línea se dirige directamente a Milán. Las obras empezaron en febrero de 1998 y la línea fue inaugurada en mayo de 1999, unos meses después de la apertura del aeropuerto, debido a la necesidad de construir una doble vía entre Malpensa y Saronno. La estación ferroviaria del aeropuerto está situada en el sótano de la T1 en el nivel -1 y conecta la ciudad de Milán con la terminal 1 de MXP. La estación opera en *cul-de-sac* hasta la T1 y es gestionada por la empresa Ferrovienord. Para acceder a la T2

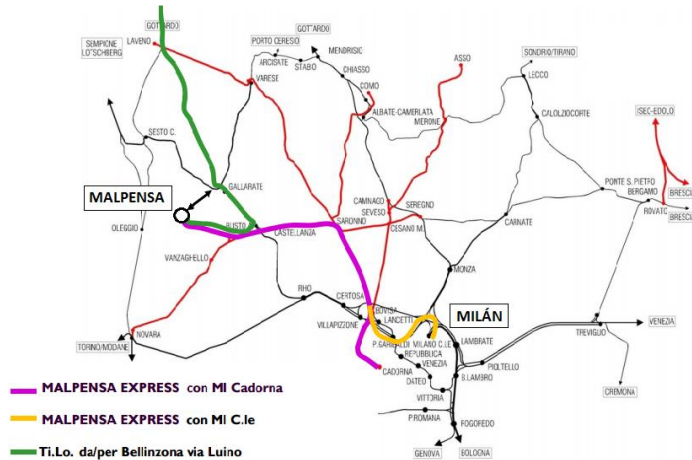
hay un servicio de bus lanzadera gratuito que circula las 24 horas del día. No obstante, actualmente se está realizando la prolongación de la línea hasta la T2 que quedará inaugurada en verano de este 2016 (fig 3.53).



### Servicios

Actualmente operan por la estación 3 servicios ferroviarios (fig 3.50). Todos los servicios hacia Milán son operados por la empresa *Trenord* y los servicios hacia Suiza son operados por *TiLo*. El *Malpensa Express* permite unir la ciudad con el aeropuerto en un tiempo de 29' alcanzando

velocidades máximas de 130 Km/h con un precio de 12 euros.



**Figura 3.50** Red ferroviaria de acceso a MXP Fuente: Mantegazza, 2013

#### a) Malpensa Express (vía estación de Milán-Central)

Este servicio fue introducido en diciembre de 2010 con una frecuencia de 30' y cubre el trayecto *Milán Central – MXP* con paradas intermedias. El servicio semi-rápido cubre el trayecto en 51' con algunas paradas y el

otro servicio con paradas en todas las estaciones en un tiempo de 1h y 12'. Un total de 25 servicios/sentido circulan al día.

#### b) Malpensa Express (vía estación de Milán-Cadorna)

Este servicio circula cada 30' y es el que originalmente se inauguró en 1999 conectando el centro de la ciudad con MXP. Cuenta con dos servicios, uno express sin paradas y otro con paradas intermedias. La apertura del nuevo túnel de *Castellanza* en enero de 2010 redujo considerablemente los tiempos de viaje a 29' y 37' para los servicios directos y con paradas respectivamente. Un total de 40 servicios/sentido circulan al día.

#### c) Línea S30 de los trenes regionales de la red Ticino Lombardía

Esta línea, que une en 130 Km *Bellinzona* en Suiza con el aeropuerto de Malpensa via *Luino*, entró en servicio en diciembre de 2011. Con una frecuencia de un tren/2h (7 trenes/sentido al día) conecta Suiza con MXP.

### Síntesis

De los aproximadamente 19 millones de pasajeros que sirve MXP, cerca de 6 millones sirve la T2, es decir, un 30% del tráfico total del aeropuerto. En la fig 3.52 podemos observar la distribución modal de acceso a MXP, con una cuota de mercado relativamente baja para el transporte público, con ni tan sólo llegar a los 25 puntos. Como hemos comentado anteriormente el enlace ferroviario termina en la T1 con un servicio gratuito de bus lanzadera que conecta las dos terminales. Este intercambio resulta un gran "handicap" para los pasajeros cuyo vuelo opere desde la T2, especialmente si llevan mucho equipaje. Las estadísticas muestran que un 20% de los pasajeros que utilizan la T2 viajan desde Milan expresamente en autobús sólo para evitar la incomodidad del transbordo tren-bus en la T1. Actualmente 400.000 pasajeros al año de los 6 millones que sirve la T2 utilizan el transbordo tren-bus para acceder a la T2. Esto representa un 7% del tráfico de viajeros en la T2 y un 2% del tráfico total

del aeropuerto. Para solucionar este problema y para conectar el aeropuerto a la nueva línea ferroviaria Zurich-Milán, el gobierno italiano decidió construir una nueva línea entre la T1 de MXP y la población de Gallarte pasando por la T2 (fig 3.51). La línea (actualmente en construcción) cerrará el anillo ferroviario que gira en el aeropuerto y contará con una nueva y moderna estación en la T2 del aeropuerto. Es una obra necesaria y de gran importancia estratégica para Europa, ya que Malpensa está situado en medio de dos de los corredores más importantes en Europa, el corredor mediterráneo y el corredor Rhin-Sur de Italia.

Los objetivos de esta conexión son:

- Fomentar la intermodalidad tren-avión
- Conectar el centro de Milán con la T2 en un tiempo de 35'
- Ofrecer un fácil acceso a MXP con una amplia red de conexiones
- Conseguir un proyecto de accesibilidad global desde el norte del país y desde Suiza a través del nuevo túnel de San Gotardo que permitirá efectuar el trayecto Zurich-Milán en menos de 2,5 h frente a las actuales 4 h
- Disminución de los efectos medioambientales por la reducción de la congestión viaria al aeropuerto al aumentar la cuota de mercado del acceso por ferrocarril
- Aumentar el área de influencia y captación del aeropuerto
- Mejorar la conexión Milán-MXP aumentando la flexibilidad operativa
- Lograr una cuota de mercado del ferrocarril de 25 puntos para el horizonte 2020 (+15%)
- Un aumento de los usuarios que acceden a la T2 de +1 millón una vez entre en servicio el nuevo enlace ferroviario (de los 400.000 actuales a 1,4 millones)
- Un aumento del 35-40% de los servicios a medio término

La primera fase de la nueva línea T1-Gallarte es la extensión hasta la T2 (fig 3.53). El enlace de 3,6 Km será en doble vía mediante túneles y desmontes a 8-10 m de profundidad y conectará las dos terminales en un tiempo de 4'. El coste total será de 77 millones de euros y es

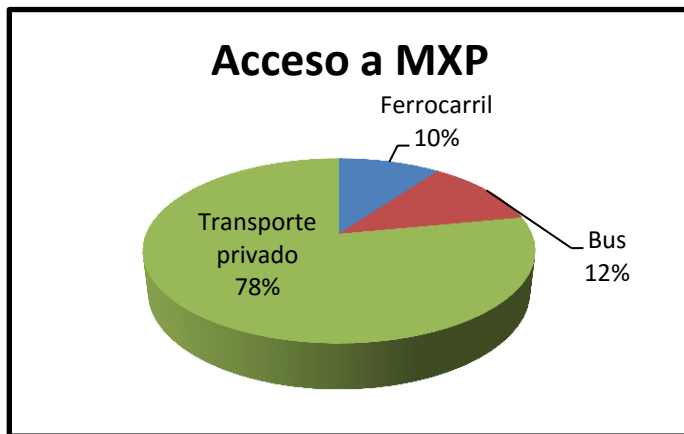
importante destacar, y mencionar, los criterios que se llevaron a cabo para la selección del trazado final entre las diferentes alternativas estudiadas:

- 1) Eliminación del impacto sobre el pueblo de *Casenuove*
- 2) Minimizar la ocupación del suelo utilizando el corredor de la carretera SS336
- 3) Reducir los impactos en general
- 4) Garantizar un fácil acceso en caso de emergencia
- 5) Minimizar la parte de trazado que discurre en túnel (35% del enlace)
- 6) Mantener los costes dentro del límite establecido
- 7) Reducir las interferencias y los impactos con el territorio

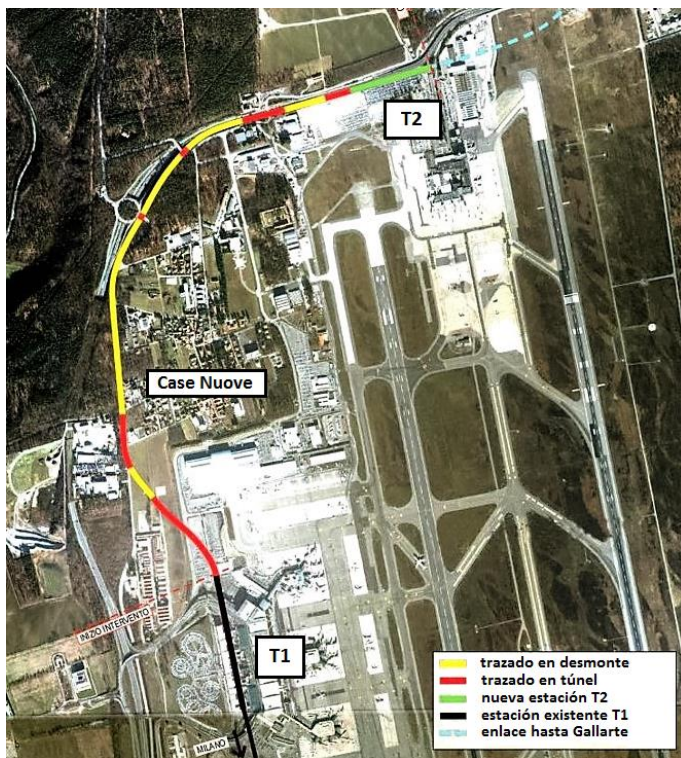


**Figura 3.51** Acceso ferroviario desde MXP a Suiza Fuente:

Sallucci, 2011



**Figura 3.52** Distribución modal de acceso a MXP en 2013  
Fuente: Mantegazza, 2013



La estación subterránea de la T2 tendrá un coste de 39 millones de euros y dispondrá de 4 vías y 2 plataformas en isla de 400 m de longitud para poder albergar servicios de AV. Habrá un aparcamiento justo encima y se conectará la estación a la zona de llegadas de la T2 mediante un camino peatonal en superficie cubierto por una estructura de acero y vidrio. La nueva estación de la T2 tendrá una capacidad para servir a más de 250 trenes/día. La segunda fase de la línea será el enlace entre la T2 y la línea que discurre por *Casorate Sempione* para acabar completando el anillo (fig 3.51). La conexión con esta última línea se realizará al norte de la población de Gallarte y el enlace está previsto que entre en servicio en el año 2020.

**Figura 3.53** Extensión de la línea de la T1 hasta la T2. Fuente: Adaptación de [www.mxpairport.it](http://www.mxpairport.it)

### 3.11 ROMA

Con 2,9 millones de habitantes, la capital de Italia y de la región de *Lazio* es la ciudad más poblada del país y la cuarta más poblada de la UE. Contando su área metropolitana, la población aumenta a 4,5 millones.

Aeropuerto	Tráfico anual en millones de pasajeros (2014)	Distancia al centro de Roma (Km)	Nº terminales	Conexión ferroviaria
Fiumicino	38,5	35 SW	4	SÍ
Ciampino	5	12 SE	1	NO

**Tabla 3.15** Aeropuertos de la ciudad de Roma. Fuente: Elaboración propia a partir de [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) y [www.aci.aero](http://www.aci.aero)

En la tabla 3.15 observamos los 2 aeropuertos de la ciudad, de los cuáles sólo el de *Fiumicino* dispone de conexión mediante ferrocarril, por lo tanto analizaremos sus accesos a continuación.

### Fiumicino (FCO)

#### El aeropuerto

Inaugurado en 1961, es el aeropuerto más grande e importante de todo el país y está situado al lado de la población de *Fiumicino*. Operado por la compañía *Aeroporti di Roma*, tiene actualmente 4 terminales y es el centro de operaciones de la compañía aérea Alitalia.

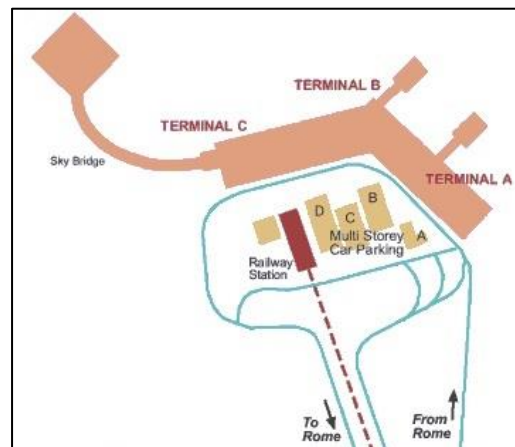
#### Accesibilidad por ferrocarril

El aeropuerto dispone de una estación de ferrocarril en *cul-de-sac* dentro de la zona aeroportuaria a nivel de superficie justo enfrente de las terminales (fig 3.55). Se inauguró en 1990 con la entrada en servicio del ramal que se construyó hacia el aeropuerto desde la línea que unía Roma con la población de Fiumicino (fig 3.54). La variante de 2,2 Km hacia el aeropuerto discurre en viaducto una vez se ramifica de la línea principal. A partir del año 2000 la conexión hacia la población de Fiumicino fue eliminada y la estación del aeropuerto dejó de ser una variante para pasar a ser el final de la línea.



**Figura 3.54** Variante ferroviaria a FCO

Fuente: Adaptación de [www.icra.it](http://www.icra.it)



**Figura 3.55** Ubicación de la estación en FCO

Fuente: Adaptación de [www.lufthansa.com](http://www.lufthansa.com)

#### Síntesis y servicios ferroviarios

Actualmente el aeropuerto cuenta con 3 servicios ferroviarios diferentes para acceder a FCO:

##### a) Leonardo Express

Este servicio express conecta directamente sin paradas intermedias los 31 Km de línea desde la estación de Roma-Termini hasta el aeropuerto (fig 3.56) en un tiempo de 32', por lo tanto, circula a una velocidad media de 60 Km/h. Inaugurado en 1993 circula con una frecuencia de paso de 30' y de 15' en hora punta, con un precio del billete simple de 14 €.

##### b) Línea FL1

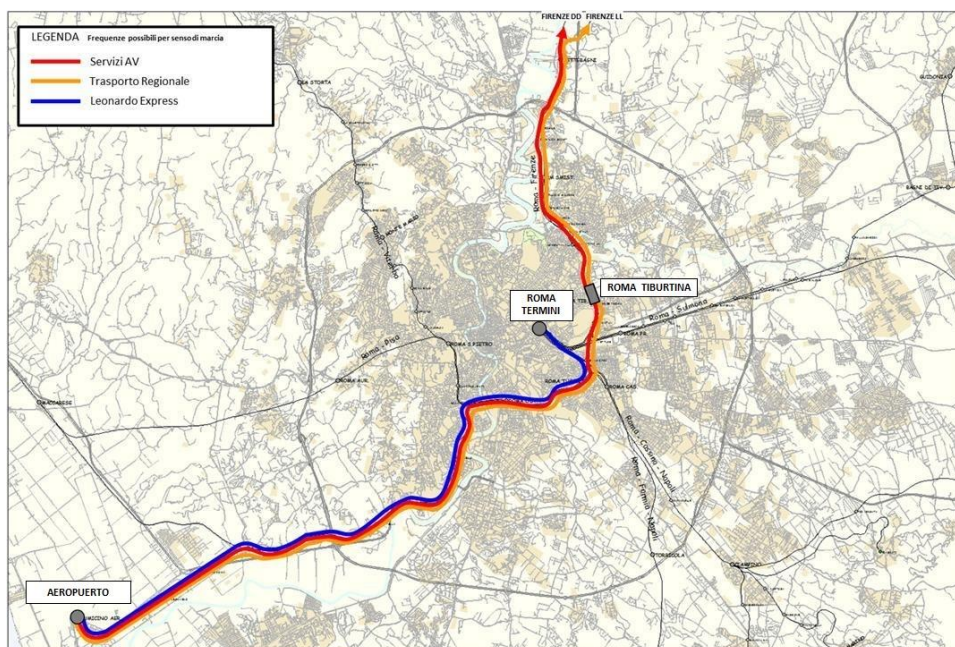
Esta línea regional fue la primera en conectar Roma con el aeropuerto en 1990. Se trata de un servicio que discurre desde las poblaciones del norte de Roma (fig 3.56) hasta el aeropuerto, pasando por el centro de la ciudad.



Con una frecuencia de 15' y por un precio de 8 €, se puede acceder de la ciudad a FCO desde las estaciones de Roma-Tiburtina (47'), Roma-Tuscolana (41'), Roma-Ostiense (32') y Roma-Trastevere (27').

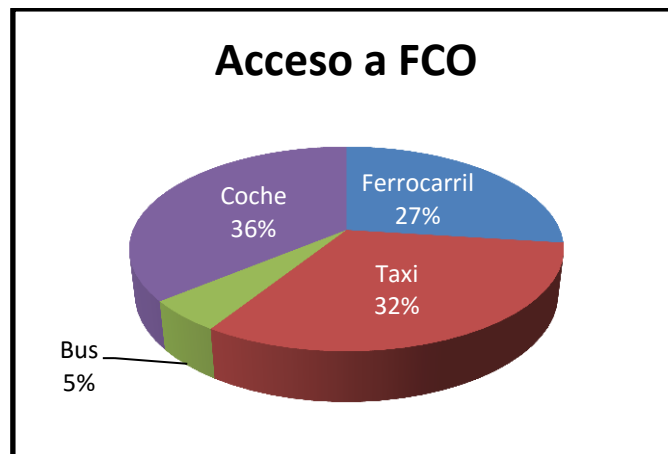
### c) Trenes de AV Frecciargento

Desde el 14 de diciembre de 2014, cuatro trenes de AV *Frecciargento* conectan las ciudades de Venecia, Bolonia, Florencia y Roma con FCO. Por lo tanto el aeropuerto queda conectado con la red de AV italiana con 2 trenes de AV de salida y 2 trenes de AV de llegada, sincronizados con la hora de llegada y la hora de salida respectivamente de los vuelos intercontinentales más importantes. Los trenes llegan hasta el centro de Roma y a partir de entonces utilizan la misma línea que FL1 y Leonardo Express hacia el aeropuerto (fig 3.56). De esta manera, los servicios de AV complementan el Leonardo Express y los servicios regionales FL1. Por lo tanto, el aeropuerto cuenta con una oferta total de 3 servicios ferroviarios diferentes de acceso. Los tiempos de trayecto son de 32' desde Roma-Termini y de 52' desde Roma Tiburtina, por un precio de 18 euros.



**Figura 3.56** Trazados ferroviarios de los diferentes accesos ferroviarios a FCO. Fuente: [www.ilpendolaremagazine.it](http://www.ilpendolaremagazine.it)

En la figura 3.57 podemos ver finalmente la distribución modal de acceso al aeropuerto de Fiumicino en el año 2005. Para entonces el ferrocarril tenía una cuota de mercado de 27 puntos. Actualmente debido a la nueva conexión mediante servicios de AV, esta cuota debe de haberse incrementado. El objetivo futuro es obtener una cuota de mercado para el transporte público de aproximadamente el 50% (bus + ferrocarril).



**Figura 3.57** Distribución modal de acceso a FCO en 2005. Fuente: Kazda, Caves 2007

### 3.12 CONCLUSIONES

En este capítulo 3 hemos analizado de forma exhaustiva, para el principal aeropuerto de cada una de las diez ciudades europeas más importantes, todas sus conexiones ferroviarias y para algunos en particular, futuras actuaciones previstas. Después del estudio que hemos llevado a cabo, podemos concluir que los diferentes tipos de conexiones ferroviarias que se pueden establecer en un aeropuerto, según el tipo de servicio ferroviario, son los siguientes:

- a) Acceso mediante tren ligero
- b) Acceso mediante metro
- c) Acceso metropolitano mediante una extensión de la red suburbana de ferrocarril o red de cercanías
- d) Acceso mediante un enlace ferroviario dedicado exclusivamente a conectar el centro de la ciudad con el aeropuerto
- e) Acceso mediante una línea regional que conecte ciudades dentro del mismo país
- f) Acceso mediante ferrocarril de larga distancia
- g) Acceso mediante una línea de AV
- h) Combinación de las anteriores

En la tabla 3.16, de manera clara y simple, podemos observar el número y tipo de servicios ferroviarios que dispone cada aeropuerto. Estos servicios, los estudiaremos detalladamente en los próximos dos capítulos, dedicando el capítulo 5 íntegramente a los servicios ferroviarios de Alta Velocidad.

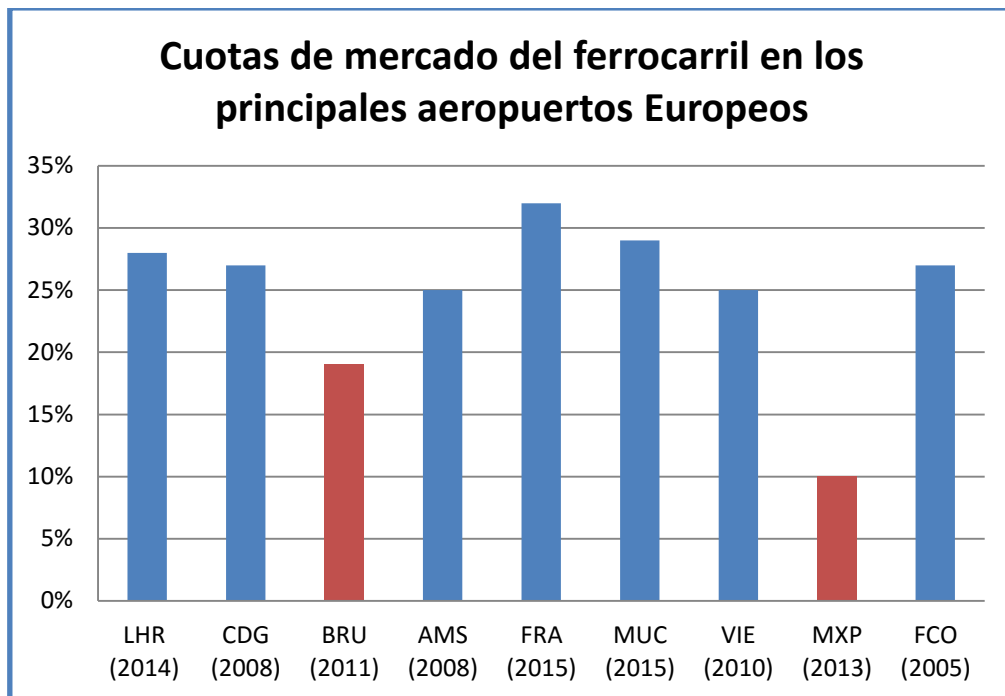
En la figura 3.58, se observan también, de manera gráfica, las cuotas de mercado del ferrocarril en los aeropuertos analizados en el presente capítulo, teniendo en cuenta todos los servicios ferroviarios de cada aeropuerto. Por otro lado, no se han encontrado datos del aeropuerto de Berlín-Schönefeld (SXF) respecto a cuotas de mercados de sus conexiones por ferrocarril.



Ciudad	Aerop.	Tráfico en millones (2014) / posición europea	Servicios ferrov. diferentes	Tren ligero	Metro	Tren cercanías	Tren dedicado	Tren regional	Tren larga dist.	Tren AV	Dist. centro ciudad (Km)	t más corto ciudad-aerop.	v. comerc (Km/h)
Londres	LHR	73,4 / 1	3		X	X	X				22	18'	73
París	CDG	68,8 / 2	2	X*		X				X	25	30'	50
Frankfurt	FRA	59,6 / 3	4	X*		X		X	X	X	12	10'	72
Ámsterdam	AMS	54,9 / 4	6			X		X	X	X	9	15'	36
Múnich	MUC	39,7 / 6	1			X					29	40'	44
Roma	FCO	38,5 / 7	3				X	X	X	X	35	32'	66
Viena	VIE	22 / 19	4			X	X		X	X	18	16'	68
Berlín	SXF	20,7 / 59	3			X	X	X			18	30'	36
Bruselas	BRU	19,1 / 22	3					X	X	X	11	17'	39
Milán	MXP	18,9 / 27	3			X	X	X	X		49	29'	101

**Tabla 3.16** Servicios ferroviarios en los aeropuertos de las principales ciudades Europeas. Fuente: Elaboración propia

*X\*= conexión ferroviaria entre diferentes terminales dentro del mismo aeropuerto*



**Figura 3.58** Cuotas de mercado del ferrocarril en los aeropuertos analizados. Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en la figura 3.58 que todos los aeropuertos analizados, exceptuando los de Bruselas, Milán y Berlín, tienen unas cuotas de acceso ferroviarias mayor o igual a 25 puntos. Aunque es importante destacar que estamos comparando valores de diferentes años, de los cuáles los que no son actuales, probablemente hayan variado.

Podemos concluir que el **20% de cuota de mercado debe ser el objetivo** para aquellos aeropuertos con previsión de establecer una conexión ferroviaria, o aquellos aeropuertos con una conexión existente y cuota inferior a los 20 puntos.

## 4. El papel jugado por el ferrocarril

---

La gran mayoría de los viajes que se generan hoy en día hacia y desde los aeropuertos europeos, se realizan en transporte privado (coche y taxi). Esto provoca altos niveles de congestión en la red viaria que une el aeropuerto con toda la región de influencia de este, sobre todo durante las horas punta. Cuantitativamente este hecho queda reflejado en las cuotas de mercado que hemos visto en el capítulo 3, con valores de entre 50-80% para el uso del transporte privado. Por lo tanto, para muchas ciudades garantizar un acceso eficiente a los aeropuertos se ha convertido en un aspecto fundamental de la política de movilidad e integración territorial.

El objetivo es incentivar el uso del transporte público (autobús y ferrocarril) entre los pasajeros y empleados aeroportuarios con el fin de mantener un nivel de accesibilidad aceptable y promover la movilidad sostenible en estos centros estratégicos de desarrollo. Para mejorar la accesibilidad, solucionar los problemas de congestión viaria de acceso y promover en particular el uso del ferrocarril, existen dos opciones:

- 1) Mejorar la infraestructura ferroviaria existente
- 2) Construir nuevas conexiones ferroviarias con el aeropuerto

Antes de decidir cuál de estas dos opciones será la más conveniente de cara a una correcta y óptima planificación de los accesos ferroviarios, resulta de vital importancia entender el comportamiento del viajero a la hora de realizar un viaje en avión. En el siguiente punto lo estudiaremos con más detalle.

### 4.1 COMPORTAMIENTO DEL PASAJERO

Cuando una persona decide emprender un viaje en avión hacia un destino concreto, dos factores entran en escena:

- a) La elección del pasajero entre los diferentes aeropuertos (si es el caso)
- b) La elección del pasajero entre los diferentes modos de acceso al aeropuerto escogido

#### 4.1.1 Elección del aeropuerto

Los factores determinantes en el comportamiento del pasajero aéreo para escoger el aeropuerto de salida se pueden dividir en dos categorías, la parte aérea y la parte terrestre. Como vemos a continuación, la decisión de escoger/no escoger un determinado aeropuerto por parte del viajero, depende de la accesibilidad a este.

##### **La parte aérea:**

- Disponibilidad de vuelos hacia el destino deseado y preferiblemente desde una aerolínea en particular
- Frecuencia de vuelos y precio del billete
- Tiempo del trayecto total en avión (incluyendo escalas si el billete lo precisa)
- Calidad de los vuelos disponibles (puntualidad, servicio a bordo)

##### **La parte terrestre:**

- Servicios e instalaciones de facturación

- Tiempo entre la facturación y la puerta de embarque
- Servicio de tiendas y restaurantes
- Servicio de aduana y equipaje
- Accesibilidad al aeropuerto (tiempo de acceso, costes de acceso, distancia a recorrer)

#### 4.1.2 Cuotas de mercado de acceso observadas

Para estudiar más profundamente el comportamiento del pasajero, analizaremos las cuotas de mercado de los modos de acceso a los aeropuertos que hemos visto en el capítulo anterior. La tabla 4.1 proporciona los valores deseados.

	LHR (2014)	CDG (2008)	BRU (2011)	AMS (2008)	FRA (2015)	MUC (2015)	VIE (2010)	MXP (2013)	FCO (2005)
<b>Coche</b>	29%		53%		45%	45%	35%	78%	36%
<b>privado</b>	26%	60%		63%	42%	38%	35%		
<b>alquiler</b>	3%				3%	7%			
<b>Taxi</b>	30%		16%		19%	13%	23%		32%
<b>Ferrocarril</b>	28%	27%	19%	35%	32%	29%	25%	10%	27%
<b>AV</b>		6%			18%				
<b>Regional</b>	11%				14%		13%		
<b>Local</b>	17%	21%					12%		
<b>Bus</b>	13%	13%	12%	2%	2%	13%	12%	12%	5%
<b>Otros</b>					2%		5%		

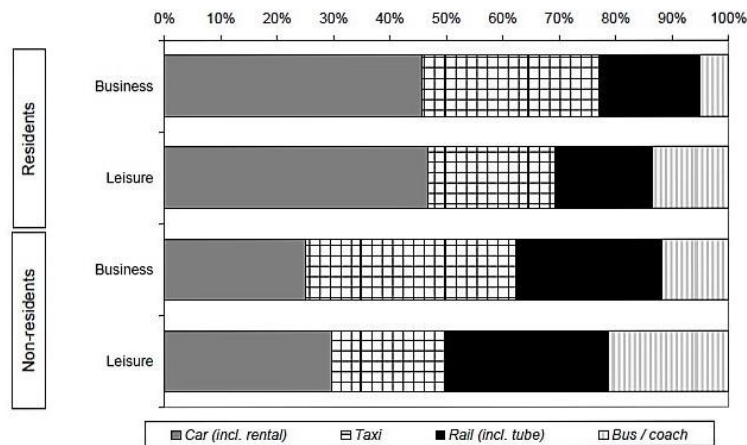
**Tabla 4.1** Cuotas de mercado de los diferentes modos de acceso en los aeropuertos estudiados en el capítulo 3. Fuente: elaboración propia a partir de diferentes fuentes

Todos estos aeropuertos estudiados siguen el patrón de ser aeropuertos internacionales ubicados en las afueras de grandes ciudades y de sus áreas metropolitanas. Por lo tanto, las conclusiones no se pueden extrapolar a todos los aeropuertos existentes.

El variado rango de valores de la tabla 4.1 muestra que el comportamiento de los pasajeros a la hora de escoger el modo de acceso es muy diferente dependiendo del aeropuerto. La cuota de mercado del coche varía entre el 29% en Londres-Heathrow (debido a la alta congestión viaria) hasta el 78% en Milán-Malpensa (debido a la mala conexión ferroviaria al no llegar a todas las terminales y al elevado precio del billete de tren). El rango de cuota de mercado para el ferrocarril varía entre valores de 10 puntos en Milán (debido a lo comentado antes) y valores máximos de 35 puntos para el aeropuerto de Ámsterdam (debido a la gran atractiva oferta de servicios ferroviarios de acceso al aeropuerto y a los sólo 15' de tiempo de trayecto entre el centro de la ciudad y Schiphol).

Las cuotas de acceso no sólo difieren considerablemente entre aeropuertos, sino que dentro del mismo aeropuerto también varían significativamente entre las diferentes categorías de viajeros. En la figura 4.1 podemos ver la distribución modal de acceso a LHR en el año 2001 en función del tipo de viajero según dónde vive (residentes en UK/no residentes en UK) y según el

tipo de viaje que realiza (negocios/ocio). Para los residentes, el acceso por ferrocarril representa el mismo, mientras que para el caso de no residentes hay más preferencia de usar el ferrocarril por parte de los viajeros de ocio. La causa es porque el viajero de negocios está dispuesto a pagar más por un servicio privado (en especial el taxi), por la comodidad y rapidez que ofrece el viaje puerta a puerta evitando posibles transferencias.



**Figura 4.1** Distribución modal de acceso a Heathrow según el tipo de viajero. Fuente: KOUWENHOVEN, 2008

#### 4.1.3 Elección del modo de transporte de acceso al aeropuerto

En el punto anterior hemos visto las grandes diferencias que existen en los diferentes modos desde el punto de vista del aeropuerto y del tipo de viajero. A continuación veremos los factores más importantes que influyen al viajero a la hora de decantarse por uno u otro modo de transporte.

- **DISPONIBILIDAD Y HORARIOS:** qué modos disponibles/maneras para acceder al aeropuerto dispone el viajero y si existe transporte público disponible para la salida del vuelo y para la vuelta
- **TIEMPO DE ACCESO:** cuánto se tarda en llegar al aeropuerto de salida de puerta a puerta, incluyendo todas las transferencias. También se incluye el tiempo en acceder al modo de transporte y el tiempo desde la llegada al aeropuerto hasta la misma terminal. Por ejemplo en caso de viajar en coche el tiempo de aparcar el vehículo y de caminar hasta la terminal
- **COSTE DE ACCESO:** cuánto cuesta llegar al aeropuerto incluyendo todos los gastos por ejemplo el precio del parking en caso de llegar en vehículo privado
- **FRECUENCIA (PARA LAS ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE PÚBLICO):** qué frecuencia de paso ofrece el servicio público de acceso y cuánto tiempo más se gastará en caso de perder un autobús/tren
- **CONFORT:** cómo de fácil y cómodo es viajar. Para el transporte público número de transferencias a realizar, probabilidad de viajar sentado, dificultades y grado de incomodidad para llevar el equipaje, distancia de acceso al servicio público
- **FIABILIDAD:** cómo de fiable es el margen de tiempo para acceder al aeropuerto. Para el caso del transporte público cómo de fiable es el modo escogido, las transferencias y con cuánto tiempo de antelación se debe de salir hacia el aeropuerto para estar seguro de llegar a tiempo y no perder el vuelo

#### 4.1.4 Caso de estudio: Londres-Heathrow

En este apartado, analizaremos el comportamiento de los viajeros al introducir un nuevo modo de acceso ferroviario de acceso a un aeropuerto, en este caso el de LHR.

Entre los años 1998-2005 los servicios ferroviarios existentes para acceder a LHR eran el Heathrow Express y la línea Piccadilly del metro de Londres. El servicio de metro circula con el mismo material rodante utilizado para toda la red del metro de Londres, pero con la particularidad de contar con más espacio cerca de las puertas de los coches para el equipaje de los usuarios. También cuentan con información de los vuelos y de qué terminal salen. En cambio, el Heathrow Express es un servicio “premium” que ofrece un acceso a LHR rápido, sin paradas, y cómodo gracias al acabado interior del material rodante.

En la tabla 4.2 podemos observar las cuotas de mercado durante varios años antes de la entrada en servicio del Heathrow Connect en el año 2005. Asimismo, en el año 2003 se muestra la previsión hecha por BAA (operador del aeropuerto) antes de la entrada en servicio del Heathrow Express en 1998 y las cuotas reales que finalmente se dieron.

Mode	1996	2001	2002	2003		2004
				Forecast	Actual	
Private car		35.0	36.0		35.9	35.0
Rental car	43	3.2	3.2	44	3.1	2.8
Taxi / minicab	24	26.5	26.1	16	25.3	25.9
Underground	16	13.1	13.3	10	14.0	14.2
Heathrow Express	-	8.4	8.8	19	8.9	9.3
Bus / coach	17	13.1	12.3	11	12.6	12.4
Other	-	0.7	0.3	-	0.3	0.3
Total	100	100.0	100.0	100	100.0	100.0

**Tabla 4.2** Distribución modal hacia el aeropuerto de Heathrow. Fuente: KOUWENHOVEN, 2008

#### Comportamiento real del viajero respecto a las previsiones

Las previsiones para el año 2003 asumieron una cuota un poco mayor para el uso del coche de la que realmente se dio (44% vs 39% real). Pero lo más destacable es el gran error al prever la cuota de mercado para el ferrocarril. El uso del metro fue 4 puntos superior a lo esperado y la cuota del Heathrow Express resultó ser inferior a la mitad de lo esperado, pasó de los 19 puntos esperados a los 9 puntos reales de mercado (tabla 4.2).

Las previsiones en 2003 respecto al 1996 preveían que el H. Express captase un 6% del metro, un 6% del bus y un 7% del Taxi. Lo que realmente pasó (1996 vs reales del 2003) es que sólo captó un 2% del metro, la cuota del taxi aumentó poco (1%) y la del bus disminuyó 4 puntos. Para explicar este suceso, hemos clasificado los diferentes modos en la siguiente tabla:

	Coche	Taxi	Bus	Metro	H. Express
Tiempo	40'	40'	60'	50'	18'
Precio (€)	36	80	8	7,4	30,9

**Tabla 4.3** Comparativa de los tiempos de viaje y costes para los diferentes modos de acceso a LHR desde el centro de Londres. Fuente: Elaboración propia mediante diferentes fuentes

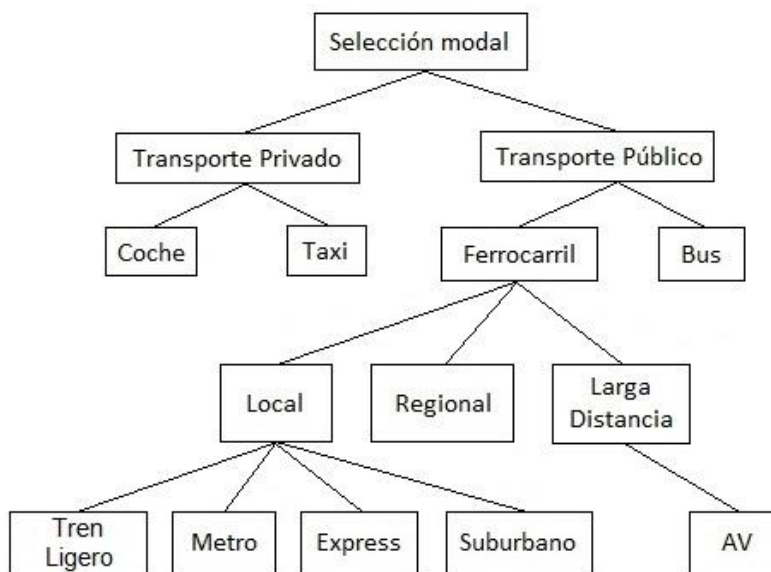


Por lo tanto, por lo que respecta al uso del ferrocarril, las previsiones hechas por BAA sobrestimaron la sensibilidad al tiempo y subestimaron la sensibilidad al coste de los viajeros de metro (tabla 4.3), que finalmente no se cambiaron al Heathrow Express según los números previstos (un 6%).

De la misma manera, las previsiones para el acceso mediante taxi fueron erróneas. En vez de haber una captación de los usuarios del taxi por parte del H. Express, el número de viajeros en acceder a Heathrow en taxi más o menos se mantuvo. Eso es debido a que las previsiones subestimaron el problema del confort al tener que acceder hasta la estación de Paddington, de dónde el Heathrow Express parte hacia el aeropuerto. En cambio el taxi proporciona un transporte desde cualquier lugar de Londres a Heathrow directamente, puerta a puerta.

## 4.2 LOS MODOS DE ACCESO A LOS AEROPUERTOS

Los pasajeros aéreos, disponen de un abanico de diferentes modos de transporte para acceder al aeropuerto que tratan de adaptarse a las necesidades de los usuarios. Como hemos podido ver a lo largo de este trabajo, dependiendo del aeropuerto y de la ciudad la oferta de alternativas será diferente. En la figura 4.2 se observa, de forma general, los modos de acceso que dispone el viajero aéreo para acceder al aeropuerto, los cuáles se pueden dividir básicamente en dos categorías: el transporte privado y el transporte público.



**Figura 4.2** Modos de acceso a un aeropuerto. Fuente: elaboración propia

### 4.2.1 Transporte privado

Los dos modos de acceso privado que existen son el coche y el taxi. Ambos concentran aproximadamente el 2/3 de cuota de mercado para la mayoría de aeropuertos actuales, y en concreto para los que hemos estudiado en el capítulo 3.

#### a) Coche

El uso del coche sigue siendo el modo de acceso más importante en la mayoría de los aeropuertos europeos. Se puede subdividir en diferentes categorías: acceder conduciendo con tu propio coche y aparcarlo en el aeropuerto; también acceder como pasajero de un coche

privado conducido por familiares/amigos y que te dejen en el aeropuerto, lo que es llamado “kiss-and-ride”. Finalmente también se puede acceder mediante un vehículo alquilado. Este modo ofrece un gran confort y un tiempo reducido si no se viaja desde las afueras de la ciudad. Por lo contrario, aumenta la congestión viaria y representa un alto coste de transporte.

#### **b) Taxi**

Este modo de transporte privado tiene unas cuotas de mercado bastante importantes en aeropuertos como LHR y FCO (tabla 4.1). Los viajeros que acceden al aeropuerto con taxi no son excesivamente sensibles al precio o al tiempo, pero sí que valoran mucho la ventaja de un servicio directo puerta a puerta. Este servicio utilizado mucho por viajeros de negocios, ofrece un gran confort de viaje y transporte al mismo tiempo que una máxima flexibilidad. El aspecto negativo es el aumento de la congestión viaria y el elevado coste para el viajero.

### **4.2.2 Transporte público**

En la tabla 4.1 podemos ver que de media el acceso mediante transporte público sólo representa 1/3 de las cuotas de mercado con valores de hasta 40 puntos en aeropuertos como el de Londres, París y Múnich. Estos números aún están por debajo de los objetivos de los gobiernos de los países europeos de obtener un 50% de cuota de mercado, es decir, que uno de cada dos viajeros acceda al aeropuerto en transporte público.

#### **c) Autobús**

Este modo también es usado para acceder a los aeropuertos, aunque en general es el menos utilizado. Los servicios de autobús de larga distancia normalmente se encuentran en países con un sistema ferroviario menos desarrollado, y también para conectar aeropuertos secundarios que no disponen de conexión ferroviaria como el de Frankfurt-Hahn. Este tipo de aeropuertos son usados de manera predominante por aerolíneas de bajo coste como *Ryanair* e *Easy Jet*.

Para los autobuses de corta distancia conectando ciudad-aeropuerto, pueden existir dos tipos de servicios diferentes: los autobuses urbanos y los de servicio especial. Los primeros forman parte de una línea regular de la ciudad con parada (normalmente final) en el aeropuerto. Los segundos son autobuses express destinados exclusivamente a conectar la ciudad con el aeropuerto directamente o con alguna parada intermedia. Estos últimos ofrecen más espacio para el equipaje y un mejor servicio al conectar más rápidamente el aeropuerto y al no compartir el autobús con usuarios de una línea regular de la ciudad. Las tarifas suelen ser más elevadas que los buses regulares.

Este modo, probablemente es el menos preferido por los viajeros. Esto es debido a los posibles atascos en los que se pueda encontrar, al alto tiempo de viaje y al reducido confort a causa del equipaje y de la gente. El aspecto positivo a destacar es el bajo coste para el usuario.

#### **d) Ferrocarril**

Este modo de acceso es la base del estudio del presente trabajo, más concretamente los accesos mediante el uso del ferrocarril. Dejaremos el análisis de este modo para el próximo apartado, en el cual lo estudiaremos en más profundidad.

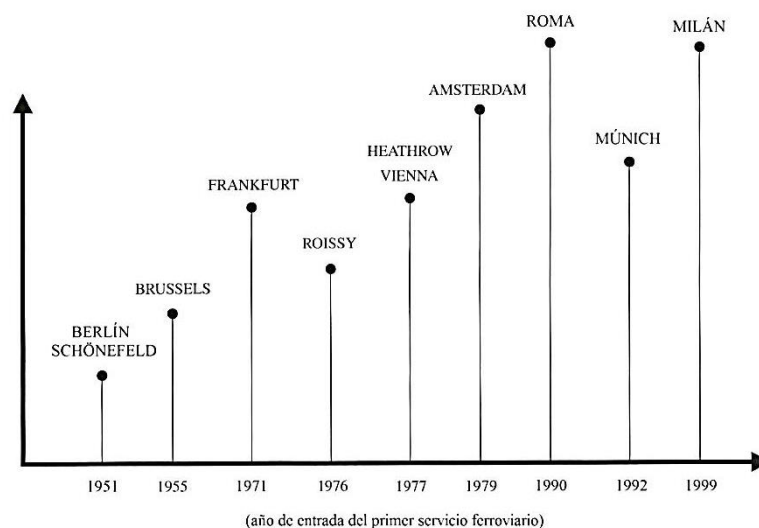
### 4.3 EL FERROCARRIL

En este apartado estudiaremos en profundidad el papel jugado por el ferrocarril con relación a las conexiones aeroportuarias. Veremos las ventajas e inconvenientes de este modo de transporte, qué tipos de conexiones y estaciones se pueden implementar, y finalmente veremos qué servicios ferroviarios existen actualmente para acceder a los aeropuertos.

#### 4.3.1 Historia

La colaboración entre el ferrocarril y la aviación, en el ámbito del acceso a los aeropuertos, se remonta a los años 50 del siglo XX, con el establecimiento de enlaces ferroviarios para posibilitar el desplazamiento por este modo de transporte a los aeropuertos de Berlín-Schönefeld y Bruselas-Zaventem (fig. 4.3).

Con el aumento del tráfico aéreo, en las décadas posteriores, esta complementariedad se extendió al resto de los principales aeropuertos de las ciudades europeas más importantes, como Frankfurt, París, Londres, Viena o Ámsterdam.



**Figura 4.3** Evolución temporal de las conexiones ferroviarias en los aeropuertos de las principales ciudades europeas. Fuente: Adaptación de LÓPEZ PITA, 2003

#### 4.3.2 El ferrocarril como modo de acceso a los aeropuertos

El uso del ferrocarril es un elemento muy importante para la accesibilidad a los aeropuertos, tanto para los accesos a corta distancia como para los de larga distancia. Un buen acceso puede aumentar el área de influencia y captación del aeropuerto notablemente, como es el caso de Frankfurt, Ámsterdam y Bruselas. Como vimos en el capítulo 3, estos aeropuertos están conectados a la red ferroviaria de larga distancia con una gran frecuencia de trenes. El ferrocarril ofrece un conjunto de ventajas que mencionaremos a continuación:

- Permite un acceso rápido y eficaz a los aeropuertos en un tiempo competitivo
- Bajo coste para los usuarios en comparación con el coche o el taxi
- Independencia de la red de congestión, sin verse afectado por los atascos típicos a través de las áreas metropolitanas de las principales ciudades europeas
- Ofrece una gran capacidad de transporte y una alta regularidad
- Permite extender el área de influencia y captación del aeropuerto

A su vez, el acceso en ferrocarril a los aeropuertos presenta una serie de desventajas:

- Rutas de acceso rígidas al discurrir sobre un trazado fijo
- Confort de viaje medio
- Posibilidad de falta de espacios habilitados especialmente para depositar el equipaje

### 4.3.3 Tipos de conexiones con el aeropuerto

Las conexiones ferroviarias con los aeropuertos, son servicios en ferrocarril a través de una ruta fija que opera desde diferentes puntos del territorio hasta la zona aeroportuaria donde se ubica el aeropuerto y sus instalaciones. Es decir, una línea ferroviaria que los pasajeros aéreos pueden utilizar antes o después de tomar un vuelo. Como hemos podido ver en el capítulo 3 al analizar los diferentes accesos ferroviarios, podemos distinguir diferentes tipos de conexiones en función de la situación de la estación, de los servicios y del trazado.

Antes de comentar los diferentes tipos de conexiones, consideramos de especial importancia recordar, como comentamos en el capítulo 3, cuándo un aeropuerto dispone de conexión ferroviaria:

- a) Presencia de una línea ferroviaria con parada en la misma terminal del aeropuerto
- b) Presencia de una línea ferroviaria con parada fuera de las terminales pero dentro del recinto aeroportuario, a la cual se puede acceder caminando o mediante servicio lanzadera desde la propia terminal

Es decir, NO consideramos como conexión ferroviaria la llegada en ferrocarril a la estación más cercana al aeropuerto (fuera del recinto aeroportuario) con un servicio de autobús lanzadera desde la estación hasta las terminales de salida. Este es el caso por ejemplo del aeropuerto de Luton en Londres.

#### 4.3.3.1 Conexiones según la ubicación de la estación

Existen dos tipos de conexiones dependiendo de si la estación está situada en el interior de la terminal del aeropuerto o en el exterior.

##### *Conexión ferroviaria directa*

En este tipo de conexiones la estación ferroviaria está situada en el sótano del recinto de una de las terminales del aeropuerto, permitiendo al viajero acceder directamente a través de escaleras/escaleras mecánicas/ascensor al vestíbulo de la terminal donde se ubican los mostradores de facturación. Por lo tanto el viajero que acceda en ferrocarril, deberá recorrer muy poca distancia una vez baje del tren y no deberá realizar ninguna transferencia. La mayoría de aeropuertos que hemos visto en el capítulo 3 cuenta con este tipo de conexión, como el de Ámsterdam, Bruselas, Londres y la estación de AV del aeropuerto de Roissy.

##### *Conexión ferroviaria no directa*

Por lo contrario, en este tipo de conexiones el usuario no puede acceder directamente de la estación a la terminal una vez ha llegado en ferrocarril. Es decir, la estación está situada fuera del recinto donde se ubican las terminales de salida, pero dentro del recinto aeroportuario. Para acceder a esta última el usuario normalmente dispone de dos opciones dependiendo del aeropuerto:

- Acceder a la terminal mediante un camino peatonal realizado íntegramente para facilitar el acceso a los pasajeros que lleguen en tren, desde la estación ferroviaria hasta la terminal de salidas (figura 4.4)
- Acceder a la terminal mediante un servicio lanzadera que conecte la estación con el recinto donde se ubican las terminales de salida. Este servicio puede ser un autobús o un tren automatizado



**Figura 4.4** Conexión ferroviaria no directa en el aeropuerto de Berlín-Schönefeld

Fuente: [www.footage.framepool.com](http://www.footage.framepool.com)

#### 4.3.3.2 Conexiones según los servicios ferroviarios de acceso

Hay diferentes tipos de conexiones ferroviarias dependiendo de los servicios ferroviarios que operan hasta el aeropuerto. Cada conexión tiene sus ventajas e inconvenientes y cada servicio dispone de un material rodante diferente a los otros. No todas las conexiones encajan eficientemente en todos los aeropuertos, y a su vez, algunos de estos últimos tienen más de un tipo de servicio ferroviario diferente.

En la figura 4.2, podemos ver gráficamente los diferentes tipos de servicios que actualmente existen por todo el mundo para conectar ferroviariamente un aeropuerto. A continuación los explicaremos con más detalle.

##### *Conexión ferroviaria local*

Este tipo de conexión conecta la ciudad, su área metropolitana y las poblaciones cercanas con el aeropuerto que sirve a la ciudad. Podemos distinguir varios tipos de servicios en esta categoría:

##### **a) Tren ligero**

Este servicio incluye tranvías y trenes automatizados. Estos últimos, son un sistema de transporte que circula sobre raíles por una plataforma totalmente segregada del tráfico rodado. Además, circulan sin conductor de manera automática. Los trenes automatizados se suelen utilizar como servicios lanzadera entre terminales en los aeropuertos más grandes como el CDGVAL en París-CDG, o también como lanzadera desde el aeropuerto a una estación cercana a las afueras como es el caso de París-Orly.





**Figura 4.5** Tren ligero DLR en la estación de London City. Fuente: [www.flickr.com](http://www.flickr.com)

con una alta proporción de viajeros de negocio de corta estancia en la ciudad. Además, en determinadas paradas del DLR se puede enlazar directamente con el metro de Londres, hecho que aún lo hace más atractivo para el usuario que llega al aeropuerto en avión.

### **b) Metro/ferrocarril metropolitano**

Esta conexión se basa en prolongar una línea de metro de la ciudad hasta el aeropuerto. Este servicio tiene una gran frecuencia de paso y una alta capacidad de transporte, conectando el centro de la ciudad con su área metropolitana a través de un elevado número de paradas aproximadamente equidistantes. Es un sistema de transporte más rápido que el tren ligero y con más capacidad, aunque no tan rápido como el ferrocarril suburbano.

Existen varios aeropuertos europeos que cuentan con este tipo de servicio, aunque de los que hemos estudiado el único que dispone de esta conexión es el de Londres-Heathrow (fig. 4.6), con una cuota bastante elevada (17%). El metro permite a través de transferencias acceder a



**Figura 4.6** Metro de Londres en la parada de la Terminal 4 en Heathrow. Fuente: [www.flickr.com](http://www.flickr.com)

El ejemplo más importante y destacado es la conexión al aeropuerto de *London City* mediante el tren ligero automatizado DLR (*Docklands Light Railway*) de la ciudad de Londres (fig. 4.5). Esta conexión ferroviaria, podemos decir que es una de las más rentables y exitosas del mundo al tener una cuota de mercado del 55%, la más alta que existe actualmente. Esto es debido a las circunstancias particulares del aeropuerto: es pequeño, situado muy cerca del centro de la ciudad, con un difícil acceso por carretera y

través de toda la ciudad con normalmente un único billete, aunque el principal inconveniente es que el trayecto se comparte con usuarios del día a día que viven en la ciudad o en su área metropolitana. Por lo tanto puede llegar a ser muy incómodo si el metro va lleno, sobretudo en horas punta. Además, el material rodante raramente dispone de espacio adicional para el equipaje del pasajero aéreo.

### **c) Servicio express/dedicado**

Este tipo de servicio local opera íntegramente para conectar el centro de la ciudad con el aeropuerto directamente sin paradas intermedias. Puede circular por una línea explotada comercialmente sólo por este servicio, o si es gestionado correctamente, en algunos casos puede compartir trazado con otros servicios ferroviarios. Existen diferentes ejemplos vistos en el anterior capítulo, como el Heathrow Express en Londres, el CAT en Viena o el Leonardo Express en Roma.



Este tipo de conexión presenta muchísimas ventajas para el usuario. Primero de todo, son los servicios más rápidos y eficientes para acceder al aeropuerto, al ser directos y al circular a velocidades elevadas (tabla 3.15). También, son utilizados por menos gente al no ser utilizado por los usuarios del día a día, por lo tanto, resulta más cómodo el viaje al haber menos gente. Por último, al estar dedicado exclusivamente al transporte de pasajeros aéreos y usuarios que se desplacen al aeropuerto, el servicio se centra 100% en este tipo de viajeros. Es decir, todas las inversiones y mejoras en el servicio tienen como objetivo facilitar el desplazamiento y ayudar al pasajero aéreo. Esto se traduce en asientos más cómodos y espaciosos, pantallas de información de los vuelos, espacios y compartimientos habilitados especialmente para depositar el equipaje, etc. En las figuras 4.7 y 4.8 observamos la diferencia entre un servicio dedicado de alta calidad (izquierda) y un servicio metropolitano estándar (derecha).

La principal desventaja que existe al utilizar estos servicios es el elevado precio del billete al tratarse de un servicio “premium” de alta calidad.



**Figura 4.7 / Figura 4.8** Acabado interior del Heathrow Express / Acabado interior del metro de Londres. Fuente de las dos figuras: [www.wikimedia.org](http://www.wikimedia.org)

#### **d) Ferrocarril suburbano/cercanías**

Este sistema de transporte de pasajeros de corta distancia (menos de 100 Km entre estaciones extremas de una línea) presta servicios entre el centro de la ciudad y las afueras, hasta ciudades dormitorio de esta y otras ciudades. Los dos ejemplos más claros son en Francia el servicio RER B de París que opera hasta el aeropuerto de CDG y en nuestro país el enlace del tren de cercanías de RENFE que opera de Barcelona hasta el aeropuerto de El Prat. Este último lo estudiaremos más adelante en el capítulo 6.

Estos servicios presentan la ventaja de ofrecer una gran frecuencia de paso y unas velocidades máximas de circulación elevadas de hasta 160-200 Km/h. Por lo contrario presentan dos grandes desventajas:

- 1) Paradas intermedias en el trayecto. Este hecho entorpece considerablemente la rapidez y las altas velocidades del servicio, sobre todo para los viajeros aéreos.
- 2) Servicios con una elevadísima demanda al transportar a viajeros (llamados “commuters”) que se desplazan diariamente a la ciudad para trabajar/estudiar. Esto incomoda mucho al viajero aéreo, sobre todo en hora punta, al no disponer prácticamente de espacio para el equipaje y al tener (muy probablemente) que viajar de pie.

### Caso particular: RER B de París-CDG

Consideramos importante comentar brevemente el caso del RER B en París, en relación a la segunda gran desventaja de este tipo de servicios suburbanos.

Actualmente la capacidad de transporte de la línea París-CDG por dónde circulan los servicios del RER B está al límite de su capacidad, implicando un aumento del tiempo de trayecto con sus consecuentes retrasos. A su vez, los trenes circulan totalmente llenos dificultando la compatibilidad entre el viajero aéreo y el "commuter", hasta tal punto que muchos *commuters* ya no viajan en tren. Este hecho junto a los continuos atascos en la red viaria debidos a la elevada congestión del tráfico, implica que los accesos actuales de CDG no estén a la altura de los que necesita un aeropuerto internacional de estas magnitudes y características. Recordemos que CDG tiene un tráfico anual cerca de los 70 millones de pasajeros, con unas perspectivas futuras de 80 millones para el horizonte 2025.

Para solucionar estos problemas de acceso, se va a construir un servicio dedicado llamado *CDG Express* que conectará la estación



**Figura 4.9** Trazados del CDG Express y del RER B

Fuente: [www.asa-pne.over-blog.com](http://www.asa-pne.over-blog.com)

*Express* que conectará la estación de Gare de l'Est de París con la T2 del aeropuerto en 20' con una frecuencia de 15' (fig. 4.9). Esta línea de 22 Km (de los cuáles 8 Km de nueva infraestructura), cuya inauguración se prevé el año 2023, permitirá absorber parte del esperado crecimiento del aeropuerto. El material rodante dispondrá de compartimientos para depositar el equipaje, información de los vuelos para los pasajeros, WiFi y enchufes en los asientos. Las previsiones calculan

que lo utilicen 6, 8 y 10 millones de pasajeros anuales para los años 2023, 2030 y 2050 respectivamente.

### Conexión ferroviaria regional

Los servicios ferroviarios regionales son servicios que cubren distancias de hasta 250 Km, a diferencia de los servicios locales que cubren distancias de hasta "sólo" 100 Km. Permiten comunicar ciudades secundarias que se encuentran a lo largo de una línea con ciudades principales. Realizan menos paradas que los trenes de cercanías y circulan con menor frecuencia, aunque la mayor diferencia con estos últimos es que los suburbanos están destinados a los *commuters* mientras que los regionales no. No obstante, bastantes *commuters* también utilizan los servicios regionales diariamente.

La principal desventaja de estos servicios es el acceso a las estaciones de las ciudades secundarias. Al parar solo en estas ciudades y no en los pequeños pueblos, los usuarios de estos últimos deben acceder normalmente en vehículo privado a la estación debido a la falta de transporte público/taxis.

Por lo contrario, los servicios regionales tienen muchas ventajas:

- Velocidades máximas de 200 km/h y menos paradas que los trenes suburbanos
- Permiten el acceso al aeropuerto a usuarios de ciudades lejanas, aumentando el área de influencia y captación del aeropuerto
- Disponen de compartimientos para depositar equipaje al transportar viajeros en largas distancias
- Interior del material rodante más espacioso y cómodo que los servicios locales
- Menor cantidad de gente durante el trayecto

### *Conexión ferroviaria de larga distancia*

Los servicios de larga distancia cubren distancias mayores a 250 Km y conectan ciudades dentro de un mismo país o entre diferentes países. Realizan menos paradas que los servicios regionales y aumentan aún más el área de influencia y captación de los aeropuertos. Podemos distinguir dos tipos de servicios:

- 1) Servicios regulares de larga distancia: estos servicios cubren largas distancias de más de 250 Km a velocidades máximas de 200 Km/h
- 2) Servicios de Alta Velocidad: estos servicios cubren las largas distancias a velocidades máximas superiores a los 200 Km/h. Estudiaremos en profundidad los servicios de AV en el próximo capítulo 5

#### **4.3.3.3 Conexiones según el trazado de acceso**

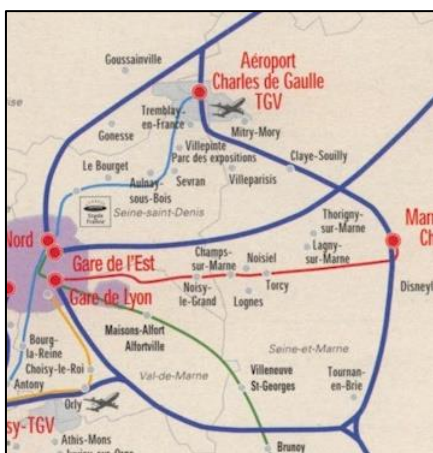
A continuación, explicaremos las conexiones ferroviarias que pueden implementarse según cómo se planifique el trazado final para conectar el aeropuerto con el ferrocarril. Nos resulta importante mencionar de cara al lector, que las figuras relacionadas con cada tipo de conexión, ayudarán a entender y a visualizar mejor los diferentes tipos de conexión que se pueden implementar hoy en día.

### *Conexión ferroviaria en pasante*

En este tipo de conexión, la línea ferroviaria presenta continuidad en la estación del aeropuerto. Aunque el aeropuerto puede ser la parada final de ciertos servicios ferroviarios, el material rodante podría seguir su curso a partir de la estación. Dependiendo de cómo se decida implementar la línea que accede al aeropuerto, existen dos posibilidades:

#### **a) Pasante insertada en la línea general**

En este caso, la pasante forma parte directamente del trazado de la línea general. Es decir, el trazado de una línea nueva se hace pasar por el aeropuerto al planificarla. El ejemplo más claro de este tipo de conexión que hemos visto es el de la línea de AV TGV-Interconexión en el aeropuerto francés de CDG (fig. 4.10).



**Figura 4.10** Pasante insertada en la línea general de AV. Fuente: [www.bonjourlafrance.com](http://www.bonjourlafrance.com)

## b) Pasante por medio de una variante de trazado

En este caso, a diferencia del anterior, la pasante forma parte de una desviación de la línea ferroviaria respecto de una línea general. Esta desviación, llamada variante, se hace pasar por el aeropuerto para conectarlo ferroviariamente. Dependiendo del trazado de esta variante, la conexión se puede dividir en dos categorías diferentes totalmente independientes:

### VARIANTE EN ANILLO

Este tipo de conexión consiste en conectar la variante con otra línea o con la misma de manera que a nivel de trazado se forma un anillo cerrado. Podemos dividirla en dos tipos diferentes como hemos dicho:

#### 1) Variante en anillo conectando con la misma línea

Como el mismo nombre indica, la variante se desvía del trazado principal hacia el aeropuerto para acabar volviéndose a conectar con la línea principal. Se puede hacer de dos maneras diferentes:

##### 1.1) Variante en 180°

La variante se desvía por un lado de la línea principal, conecta con el aeropuerto, y finalmente vuelve a unirse a la línea inicial por el mismo lado. En esta conexión la variante realiza aproximadamente un arco de 180°, como podemos ver en la conexión regional con el aeropuerto de Frankfurt (fig. 4.11).



**Figura 4.11** Variante en anillo de 180°. Fuente: elaboración propia a partir de [www.maps.google.es](http://www.maps.google.es)

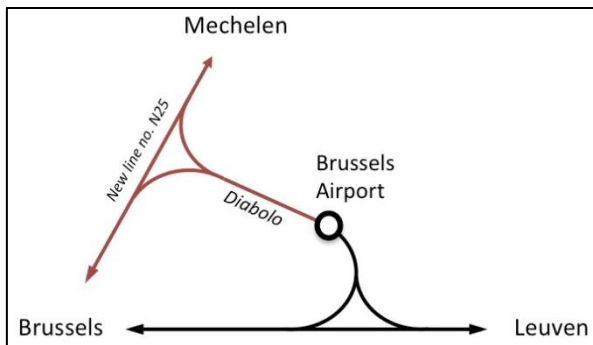
##### 1.2) Variante en 360°

En este caso, se le da continuidad a la línea a través de una variante que realiza un anillo de 360° para acceder al aeropuerto, para volver a conectarse a la línea original en el sentido contrario. El ejemplo más claro es la conexión ferroviaria del metro de Londres con el aeropuerto de LHR (figura 4.15).

#### 2) Variante en anillo conectando con otra línea

Para este tipo de conexión se realiza una variante hacia el aeropuerto desde una línea ferroviaria. A partir de la estación del aeropuerto, la línea sigue y se vuelve a unir con otra línea totalmente diferente de la principal desde la cual la variante se inició.

Es importante resaltar que este tipo de conexiones la mayoría de veces se inician a partir de una estación en *cul-de-sac*; se le decide dar continuidad a la línea ferroviaria a partir de la

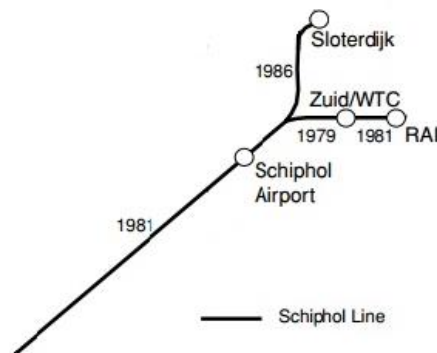


estación del aeropuerto y se enlaza con otra línea ferroviaria. Podemos ver este tipo de conexión en aeropuertos como el de Bruselas y también en los planes futuros de acceso de los aeropuertos de Milán-Malpensa y Múnich. En la figura 4.12 vemos perfectamente el enlace ferroviario de Zaventem.

**Figura 4.12** Variante en anillo conectando con otra línea en BRU. Fuente: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

#### VARIANTE EN ANTENA

Este tipo de conexión consiste en realizar una variante a partir de una línea general y hacerla pasar por el aeropuerto dándole continuidad a partir de este. El esquema del trazado queda en tres ramas que forman la denominada antena.



**Figura 4.13** Variante en antena en el aeropuerto de Ámsterdam.

Fuente: Adaptación de Hatch, 2004

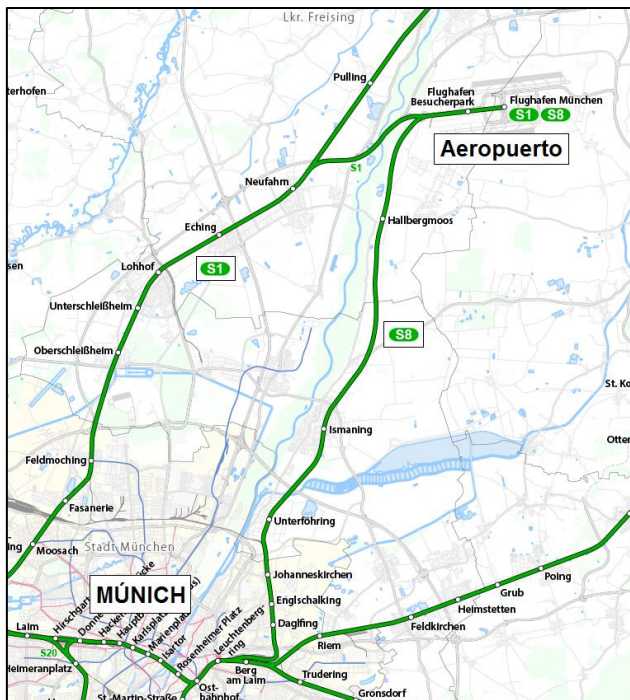
#### Conexión ferroviaria en cul-de-sac

Como explicamos anteriormente, en estas conexiones el trazado de la línea ferroviaria llega a su fin. Para nuestro estudio, significa que los servicios ferroviarios llegan hasta la estación del aeropuerto y a partir de allí, ya no pueden continuar. Este tipo de conexiones en general no son recomendadas ya que frenan la explotación ferroviaria al no permitir la continuidad de la infraestructura. No obstante, para determinados servicios es la más aconsejada. Podemos distinguir dos tipos de accesos diferentes:

##### a) Final del trazado de la línea general

En este caso, al planificar el trazado de una línea ferroviaria cualquiera, se decide que finalice su recorrido en la estación del aeropuerto. Este es el caso de la línea S8 que conecta la ciudad de Múnich con el aeropuerto (fig. 4.14). Esta línea fue construida para enlazar con el aeropuerto, y se decidió finalizar la línea en *cul-de-sac* como se puede observar. A su vez se aprecia la variante en anillo de la línea S1 conectando con la línea S8 antes de entrar en el aeropuerto.



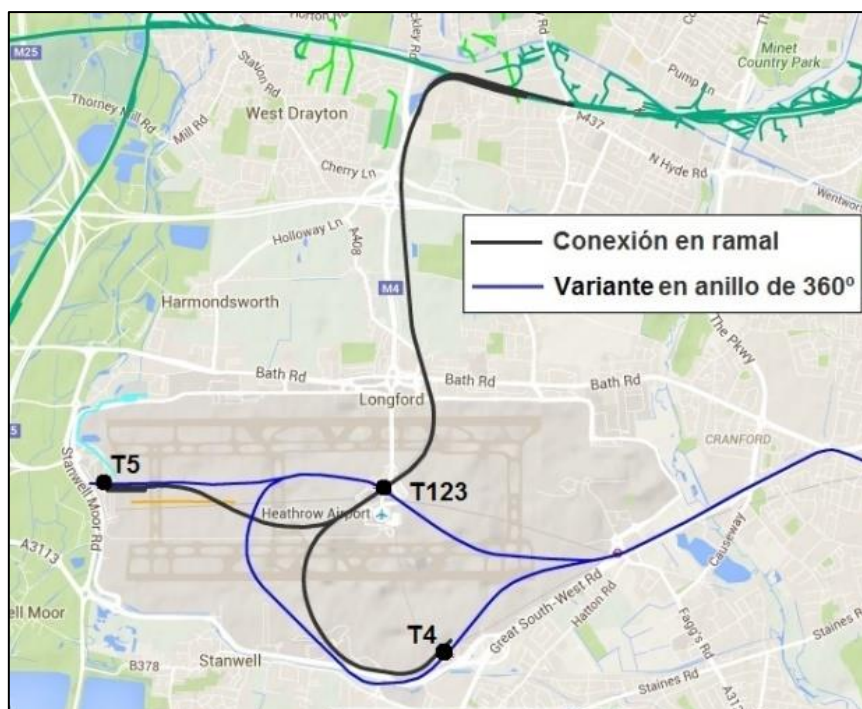


**Figura 4.14** Conexión en *cul-de-sac* del final de la línea S8 hasta MUC. Fuente: Adaptación de [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

#### b) Variante en ramal

Para este tipo de conexión ferroviaria se realiza una variante, llamada ramal, a partir de una línea ferroviaria hacia el aeropuerto. Este ramal terminal en la estación del aeropuerto.

Un ejemplo claro lo tenemos en el recorrido que realizan el *Heathrow Express* y el *Heathrow Connect* (figura 4.15). Podemos observar como la variante, en color negro, parte de la línea principal de *Great Western*, en color verde. Primero se construyó el enlace hasta la T4 (fig. 4.15) y más tarde se realizó un ramal desde el otro ramal hacia la T5.



**Figura 4.15** Conexiones en variante tipo ramal y tipo anillo en el aeropuerto de LHR. Fuente: Adaptación de [www.railmaponline.com](http://www.railmaponline.com)



## 4.4 CONCLUSIONES

Después de analizar el papel del ferrocarril en relación a las conexiones aeroportuarias, podemos destacar varios aspectos.

Hemos visto que la accesibilidad al aeropuerto y la oferta y calidad de los modos de transporte de acceso, juega un papel muy importante para el viajero a la hora de escoger el aeropuerto de salida/llegada. A su vez, el tipo de transporte escogido, dependerá del tipo de viajero y de las condiciones de acceso de cada aeropuerto en particular. Por lo tanto, el comportamiento del viajero es un factor muy importante a la hora de planificar una posible conexión ferroviaria con un aeropuerto determinado. Como hemos visto en el caso práctico de *Heathrow*, los errores pueden ser muy importantes si no se tiene en consideración ese factor, y más cuando se tratan de inversiones de millones de euros.

También hemos podido ver los diferentes tipos de conexiones ferroviarias en función de la posición de la estación, de los servicios que pueda haber y del tipo de trazado de acceso a nivel de planificación. Después de ver las conexiones, podemos aplicar lo estudiado en el presente capítulo a los aeropuertos analizados en el capítulo precedente y construir la tabla 4.4.

Podemos observar que la mayoría disponen de conexión directa, al ser más óptima y cómoda para el usuario. Respecto a las conexiones según el trazado cada aeropuerto es un caso particular, y realizar una óptima planificación de la conexión, dependerá de muchos factores:

- Tipo de servicio ferroviario que se implemente
- Posición relativa del aeropuerto respecto la ciudad y orografía del terreno
- Presencia de otras líneas ferroviarias cercanas, con la posibilidad de conectar el aeropuerto a través de una variante a partir de una línea existente
- Número de terminales y su posición relativa

AEROP.	CONEXIÓN SEGÚN ESTACIÓN		CONEXIÓN SEGÚN TRAZADO				
	DIRECTA	NO DIRECTA	PASANTE			CUL-DE-SAC	
			VÍA GENERAL	VARIANTE		FINAL	RAMAL
				ANILLO	ANTENA		
LHR	X		X				X
CDG	X	X	X				X
FRA	X	X	X	X			
AMS	X		X		X		
MUC	X					X	X
FCO		X				X	X
VIE	X		X				
SXF		X	X				
BRU	X		X				
MXP		X					X

**Tabla 4.4** Clasificación de las conexiones ferroviarias existentes en los aeropuertos de las principales ciudades europeas. Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.1 Cuando implementar una conexión ferroviaria en un aeropuerto

En este apartado intentaremos cuantificar, de manera muy aproximada, cuando se puede implementar una conexión por ferrocarril a un aeropuerto dado en función del tráfico anual de pasajeros.

El objetivo es determinar un orden de magnitud del tráfico anual de un aeropuerto, a partir del cual sea factible establecer una conexión ferroviaria. Para ello, realizaremos un seguido de suposiciones:

- 1) Podemos asumir que la mínima frecuencia de un servicio ferroviario a un aeropuerto debe ser de 1 tren/hora por sentido.
- 2) Suponemos que el primer servicio es a las 6:00 a.m. y el último a las 22:00 p.m., de esta manera, con 1 tren/hora, obtenemos 17 trenes/día. Teniendo en cuenta los pasajeros de ida como los de llegada, serán 34 trenes/día.
- 3) Supondremos que cada tren debe transportar como mínimo 50 pasajeros, número de viajeros que puede transportar un autobús de media
- 4) Asumimos que el acceso ferroviario tendrá una cuota como mínimo del 20% en la distribución modal

De esta manera, obtenemos 1.700 usuarios/día o 621.000 usuarios/año. Finalmente considerando que la cuota debe ser de 20 puntos, tendremos redondeando un valor de 3 millones de viajeros que no sean en tránsito, es decir, pasajeros cuya salida o destino final sea el aeropuerto en cuestión.

Por lo tanto, el orden de magnitud de 3 millones de viajeros anuales, nos delimita de manera aproximada el límite de cuando es factible realizar una conexión ferroviaria en un aeropuerto y de cuando no lo es. De manera resumida:

- Tráfico anual de pasajeros < 3 millones ➡ CONEXIÓN FERROVIARIA **NO** FACTIBLE
- Tráfico anual de pasajeros > 3 millones ➡ CONEXIÓN FERROVIARIA **SÍ** FACTIBLE

## 5. La participación de las líneas de Alta Velocidad

---

Una gran variedad de elementos de la accesibilidad aeroportuaria terrestre, ha cambiado durante las últimas décadas. En este sentido, cabe resaltar la introducción de la Alta Velocidad en el mundo ferroviario. Cada vez más, los operadores aeroportuarios en toda Europa, ven los accesos en trenes de larga distancia como un factor muy importante para extender el área de captación e influencia del aeropuerto. En particular, el uso ferrocarril de AV es visto como un modo de acceso menos nocivo medioambientalmente que el coche y el avión, e incluso en ciertos casos se pueden sustituir algunas rutas aéreas de corto alcance por servicios de AV.

En el presente capítulo, veremos con más detalle lo comentado previamente y estudiaremos qué efectos se han producido con la implantación de la AV en el ferrocarril, y en particular, en las conexiones aeroportuarias y en el tráfico aéreo.

### 5.1 LAS LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD

El nacimiento de la AV comercial en el ferrocarril tuvo lugar con la puesta en explotación de la línea Tokio-Osaka el 1 de octubre del año 1964, al alcanzarse en ella, por primera vez en servicios comerciales regulares, los 210 km/h de velocidad punta.

Por lo que respecta al plano europeo, la era de la alta velocidad se desarrolló a partir de septiembre de 1981, con la apertura parcial de la nueva línea París-Lyon, donde se alcanzaron los 260 km/h de velocidad máxima. A partir de entonces, la red de AV se fue extendiendo por toda Europa pasando de los 419 km existentes en 1981, a los 7.351 km de líneas de AV en el año 2014. En la figura 5.1 podemos observar un tren de AV circulando por Alemania.



**Figura 5.1** Servicio ferroviario ICE de AV. Fuente: [www.guiadealemania.com](http://www.guiadealemania.com)

#### 5.1.1 El concepto de AV

La Comisión Europea creó una Directiva el año 1996 para definir el concepto de la alta velocidad ferroviaria. Según la CE, una infraestructura se considera de AV si se da alguna de las siguientes características:

- Líneas ferroviarias diseñadas y construidas especialmente para trenes capaces de desarrollar velocidades iguales o superiores a 250 km/h.
- Líneas ferroviarias convencionales, adaptadas a la AV, para trenes que circulen a velocidades del orden de los 200 km/h.
- Líneas ferroviarias convencionales, adaptadas a la AV, pero que debido a circunstancias topográficas o al encontrarse en áreas próximas a núcleos urbanos, la velocidad de circulación queda limitada. Por ejemplo, en ciertas regiones densamente pobladas las velocidades máximas pueden verse reducidas a valores de 110 km/h para reducir los niveles sonoros. También en ciertas secciones de túnel o en viaductos largos, por razones de capacidad o seguridad, las velocidades máximas permitidas de circulación pueden verse limitadas a valores de 160 o 180 km/h.

### 5.1.2 La necesidad de un ferrocarril de alta calidad

En la segunda mitad de la década de los años 60 del siglo XX, se planteó la pertinencia de construir líneas para circular a alta velocidad. A nivel global, los motivos que condujeron a tomar la decisión de llevar a cabo estas nuevas infraestructuras de alta velocidad fueron:

- La necesidad de dar respuesta a los problemas de falta de capacidad en el sistema de transportes de un corredor o una relación dada, con fuerte demografía. Resulta imposible que el tráfico viario y aéreo puedan cubrir el aumento de la demanda.
- La falta de competitividad de la oferta ferroviaria en relaciones interurbanas de media y larga distancia.
- La existencia, en Europa, de una tecnología capaz de permitir una explotación comercial segura con velocidades máximas de 250-300 km/h.

### 5.1.3 Situación actual de la AV en Europa

Actualmente (año 2014), Europa cuenta con una red operativa de AV de 7.351 km, representando un 31% de los km totales operativos que existen en todo el mundo. Si tenemos en cuenta también los km de AV en fase de construcción, la cifra asciende a los 10.280 km para el continente europeo.



Figura 5.2 Red de AV europea en el año 2013. Fuente: [www.uic.org](http://www.uic.org)

## 5.2 LA INTERACCIÓN TREN-AVIÓN

En este apartado, explicaremos las diferentes interacciones que existen para el ferrocarril en general, junto con el concepto de intermodalidad. Consideramos oportuno introducir estas relaciones y conceptos en este capítulo 5 y no en el anterior debido al principal actor de estas interacciones: el ferrocarril de Alta Velocidad.

Podemos distinguir básicamente tres tipos diferentes de interacción entre el ferrocarril y el avión:

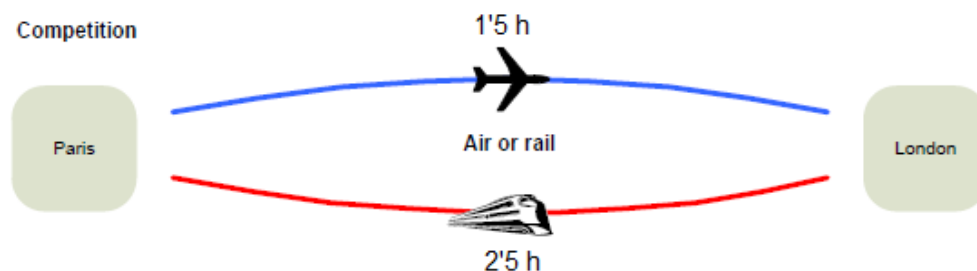
- Competitividad
- Complementariedad
- Cooperación, un caso particular de la complementariedad

En el caso de competitividad sólo podemos hablar del ferrocarril de larga distancia (AV y líneas regulares), debido a que es el único servicio ferroviario que puede competir con el avión. En cambio, la complementariedad y cooperación entre el tren y el avión se pueden dar con cualquier servicio ferroviario como veremos más adelante.

### 5.2.1 Competitividad tren-avión

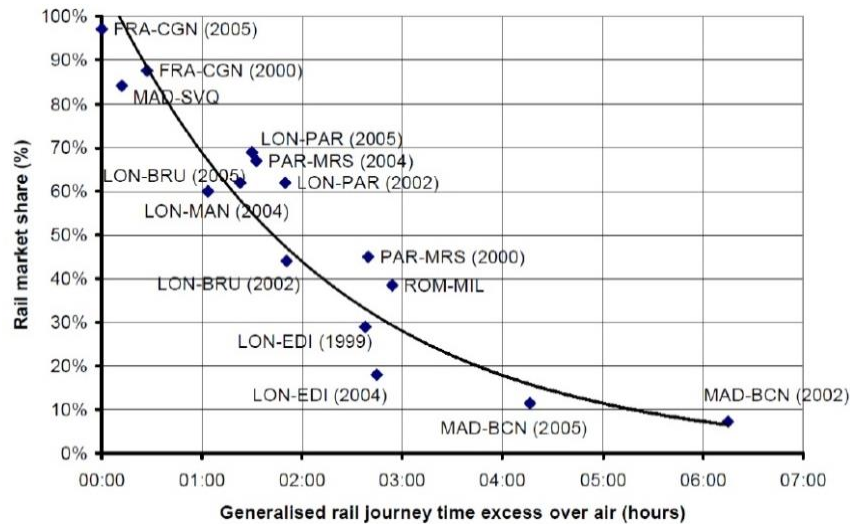
Existe competitividad entre el ferrocarril y el avión cuando se pueden sustituir entre ellos, es decir, cualquiera de los dos modos pueden satisfacer la misma necesidad. El viajero puede escoger el tren o el avión para viajar de un punto A hasta un punto B. En este caso, el precio y tiempo de viaje son elementos clave para explicar la elección del usuario.

Un claro ejemplo es la conexión entre París y Londres, donde los trenes de AV *Eurostar* compiten con los servicios aéreos (fig. 5.3). El usuario, puede escoger entre un servicio de AV o un servicio aéreo para desplazarse de la ciudad de París a la ciudad de Londres. Para este caso particular, los tiempos que se muestran son los de viaje a bordo del modo de transporte considerado.



**Figura 5.3** Ejemplo de competitividad entre el avión y la AV. Fuente: JOANA DUARTE, 2012

Como hemos comentado, el tiempo es una variable muy importante a tener en cuenta para el usuario en este tipo de interacción. En la figura 5.4 podemos observar las cuotas de mercado del ferrocarril de AV para ciertas relaciones en función del exceso de tiempo de viaje respecto al avión. Es decir, para la fig. 5.3 este exceso de tiempo respecto al avión sería  $2'5 - 1'5 = 1$  hora.



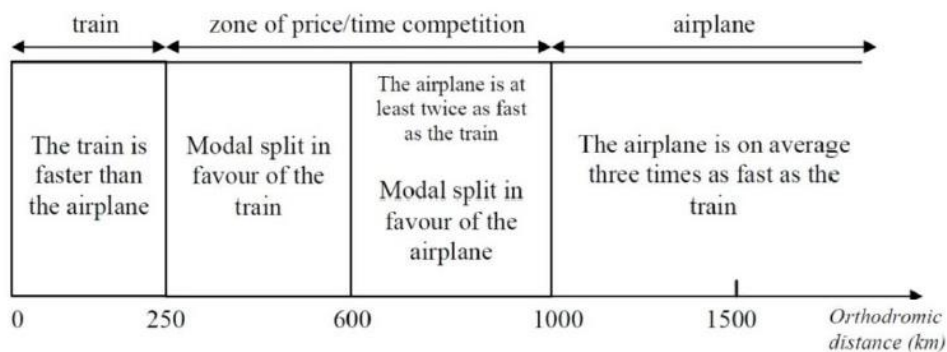
**Figura 5.4** Variación de la cuota de mercado del ferrocarril de AV en función del exceso de tiempo de viaje respecto el avión. Fuente: JOANA DUARTE, 2012

Observamos que la AV resulta un modo de transporte competitivo con el avión, especialmente dentro del rango de las 0-3 horas de tiempo de trayecto de más utilizado en ferrocarril (eje de abscisas en fig. 5.4). Para las 3 horas, el ferrocarril de AV seguiría siendo competitivo con un 30% de cuota de mercado. En este intervalo, para el viajero, la ventaja de la velocidad del avión respecto al tren, se ve limitada por las siguientes desventajas:

- El pasajero aéreo debe estar en el aeropuerto unas 2h antes de la salida de su vuelo para realizar la facturación y controles de seguridad. Esto no ocurre con el ferrocarril.
- El tiempo de acceso a los aeropuertos suele ser elevado al estar situados en las afueras de las ciudades. En cambio las estaciones ferroviarias suelen estar céntricas.
- Las elevadas demoras producidas en el tráfico aéreo por congestión, climatología, etc.

Nos resulta de gran importancia comentar la exitosa relación Frankfurt-Colonia, con una cuota de mercado de casi el 100% para el ferrocarril, sustituyendo prácticamente las rutas aéreas entre las dos ciudades. Más adelante analizaremos este corredor con más profundidad.

También es relevante comentar que para este tipo de interacción, sólo se pueden considerar los servicios ferroviarios de larga distancia, y en particular los de AV. Esto es debido a que el avión empieza a ser competitivo a partir de distancias de 250 km (fig. 5.5), distancias que sólo son operadas por trenes de larga distancia como vimos en el capítulo 4.



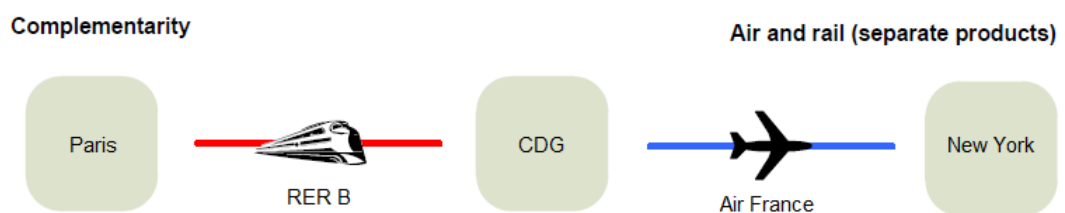
**Figura 5.5** Mercados potenciales para el avión y el ferrocarril. Fuente: JOANA DUARTE (2012)



### 5.2.2 Complementariedad tren-avión

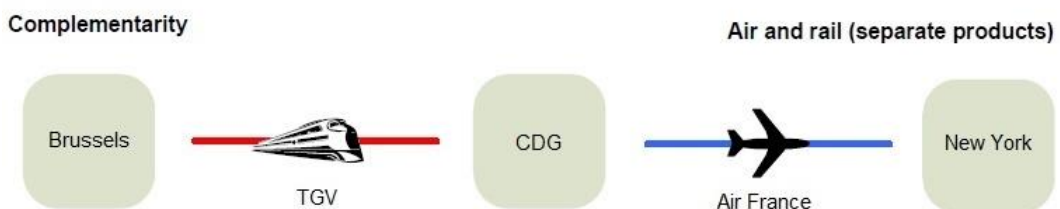
Existe una complementariedad entre el tren y el avión cuando son utilizados sucesivamente para un viaje dado, es decir, los dos modos por separado no satisfacen la misma necesidad. Existen dos operadores diferentes, y cada uno gestiona uno de los dos modos de transporte de forma independiente. El ferrocarril puede complementar al avión de una de las siguientes dos maneras:

- a) Ofreciendo conexión desde el centro de la ciudad hasta el aeropuerto que sirve esta última (fig. 5.6). Esta conexión se puede realizar con cualquier tipo de servicio ferroviario que conecte la ciudad con el aeropuerto (local, regional o de larga distancia). En la figura 5.6 tenemos un ejemplo claro, por un lado el servicio RER B está operado por las empresas SNCF y RATP; por el otro lado, el vuelo de Roissy a Nueva York está operado por la aerolínea Air France.



**Figura 5.6** Ejemplo de complementariedad entre el avión y la AV. Fuente: JOANA DUARTE, 2012

- b) Ofreciendo conexión desde otras ciudades (ya sean dentro del mismo país o fuera de este) hasta el aeropuerto (fig. 5.7). Esta conexión sólo se puede realizar con servicios locales de cercanías, servicios regionales y servicios de larga distancia. En la fig. 5.7 observamos un trayecto Bruselas-Nueva York vía París.



**Figura 5.7** Ejemplo de competitividad entre el avión y la AV. Fuente: JOANA DUARTE, 2012

También es importante comentar que podemos distinguir dos situaciones de complementariedad según las opciones que disponga el viajero:

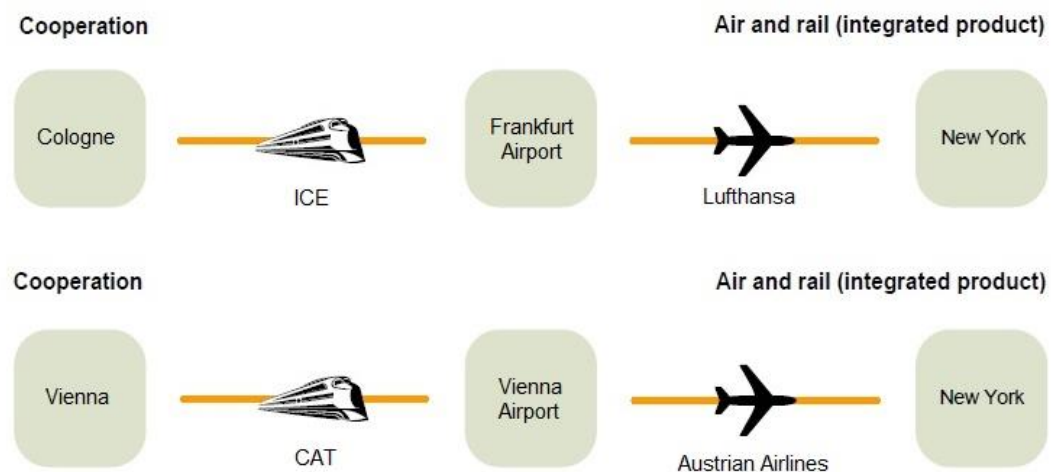
- 1) La complementariedad tren-avión es necesaria para satisfacer la necesidad del viajero, al no disponer de otras opciones. Esto ocurre en el caso del acceso de una ciudad cualquiera a un aeropuerto, sin las posibilidades de un servicio aéreo que comunique ambos.
- 2) La complementariedad tren-avión es opcional para el viajero si también existe competencia. Es decir, para acceder a un aeropuerto desde una ciudad, el viajero puede acceder mediante tren de larga distancia o mediante avión.

### 5.2.3 Cooperación tren-avión

La tercera interacción tren-avión se puede describir como la cooperación entre los dos modos de transporte con todos los productos integrados. Es un caso particular de la complementariedad, y se puede gestionar de dos maneras diferentes:

- a) Una sola compañía *Air-Rail* se encarga de la cooperación entre los dos modos
- b) Dos compañías diferentes, una ferroviaria y otra aérea, operan bajo un mismo código compartido

Al ser un caso de la complementariedad tren-avión, el sistema integrado en un solo producto también se puede dar para conectar el centro de una ciudad con el aeropuerto que sirve a esta, o para conectar otras poblaciones lejanas con el aeropuerto. Para el caso particular de la AV, los servicios ferroviarios sustituyen algunos de los servicios aéreos en rutas de corto alcance. En la figura 5.8 tenemos dos ejemplos claros de cooperación.



**Figura 5.8** Ejemplo de cooperación entre el avión y la AV. Fuente: JOANA DUARTE, 2012

Para estos dos ejemplos de la fig. 5.8, el usuario dispone de un servicio de transporte integrado para todo el trayecto. Para el caso de Viena que vimos en el capítulo 3 y el ejemplo que podemos observar en la fig. 5.8, el viajero puede utilizar un sistema integrado que ofrecen conjuntamente operando bajo el mismo código compartido, el tren express CAT y la aerolínea *Austrian Airlines*. Para el ejemplo de la figura 5.8 los pasos a seguir serían:

- 1) El pasajero accede a la estación *Mitte* del CAT en el centro de la ciudad con su equipaje
- 2) En los mostradores habilitados al respecto (fig. 3.44), efectúa la facturación y obtiene un billete tren-avión totalmente integrado
- 3) En caso de tener que facturar equipaje, lo hace en la misma estación ferroviaria, depositando las maletas en los mostradores
- 4) El pasajero accede al aeropuerto en el tren CAT con el billete integrado y con sólo el equipaje de mano
- 5) El viajero llega a la estación del aeropuerto de VIE y directamente sube al vestíbulo donde se ubican los mostradores de facturación de las aerolíneas
- 6) El mismo billete integrado le sirve como tarjeta de embarque en el aeropuerto. Por lo tanto, el usuario una vez en el vestíbulo, puede dirigirse directamente al control de seguridad para acceder a las puertas de embarque de donde su vuelo partirá

### 5.3 INTERMODALIDAD TREN-AVIÓN

Una vez vistos los diferentes tipos de interacción entre el tren y el avión, explicaremos el concepto de intermodalidad que hemos ido viendo a lo largo del presente trabajo.

La intermodalidad es un tema complejo que involucra a su vez diferentes conceptos, donde un nodo intermedio actúa como plataforma para la transferencia de dos modos de transporte. En nuestro caso, el nodo intermedio representa el aeropuerto y los dos modos de transporte son el ferrocarril y el avión.

La definición según el foro europeo del transporte intermodal de pasajeros es la siguiente:

“La **intermodalidad de pasajeros** es un principio de planificación que facilita al pasajero una utilización de diferentes modos de transporte durante un trayecto combinado en cadena, de forma continuada, y sin interrupciones. La **intermodalidad** se puede mirar como una característica de un sistema de transportes, que permite al menos dos modos de transporte diferentes ser utilizados de una manera integrada, en una cadena de transporte de puerta a puerta.”

La intermodalidad engloba un gran número de diferentes factores que ayudan al éxito de la integración de los dos modos de transporte. En particular, contiene dos conceptos clave:

- Los dos modos que entran en acción
- La conexión correspondiente de los dos modos, de manera que sea de forma continuada y sin interrupciones

Consecuentemente, respecto al último punto, se intuye la importancia de realizar una óptima y correcta conexión ferroviaria en un aeropuerto. Para ello, la conexión se debe implementar donde sea necesario y de la forma más adecuada posible, con el objetivo de potenciar al máximo el tráfico intermodal de pasajeros.

Después de definir el concepto, podemos ver que la intermodalidad entre el ferrocarril y el avión engloba la complementariedad y la cooperación entre ambos modos de transporte. Como hemos comentado anteriormente, la intermodalidad es un concepto muy complejo y puede establecerse en los dos ámbitos siguientes:

#### 1) Acceso de la ciudad al aeropuerto en ferrocarril

Intermodalidad entre servicios ferroviarios locales y el transporte aéreo. Esto es el acceso en tren desde la ciudad que sirve el aeropuerto hasta este último. El principal objetivo en este ámbito es facilitar la conexión ciudad-avión a través del ferrocarril para evitar los problemas de congestión viaria que presentan los accesos a las grandes ciudades, entre otras cosas.

#### 2) Integración de un aeropuerto a la red regional o nacional de ferrocarril

En este ámbito podemos distinguir dos diferentes tipos de intermodalidad según la distancia de acceso al aeropuerto y el tipo de complementariedad.

a) Servicios de corta/media distancia: integración de un aeropuerto a la red ferroviaria regional, hasta distancias de 250 km. También incluimos los servicios locales de cercanías que conectan otras poblaciones cercanas a la principal ciudad, con el aeropuerto. En este caso el ferrocarril actúa como un modo de transporte de captación de pasajeros para el aeropuerto desde zonas más lejanas.

b) Servicios de larga distancia: resultante de la integración de un aeropuerto a la red ferroviaria nacional, hasta distancias de 1000 km (fig. 5.5), mediante servicios de larga distancia y en especial, mediante servicios de AV. En este caso, en cambio, el ferrocarril de AV actúa como un modo sustitutivo del avión. Se produce un desplazamiento complementario para viajes intercontinentales, con el objeto de reducir el tiempo total de viaje, en ausencia de vuelos aéreos directos entre el origen inicial y el destino final.

Por ejemplo, el usuario, para realizar un viaje Bruselas-San Francisco dispone de dos opciones según el tipo de viaje intermodal que realice:

- 1) Centro de Bruselas-*Schiphol* en el tren de AV *Thalys* + vuelo directo *Schiphol*-San Francisco en la compañía aérea *KLM*
- 2) Bruselas *Zaventem*-*Schiphol* en avión con *KLM* + *Schiphol*-San Francisco vuelo directo en *KLM*

Es muy importante mencionar que en este último tipo de intermodalidad donde la AV juega un papel muy importante, la complementariedad AV-avión sólo tiene sentido para vuelos internacionales. Aunque se pueda realizar, en vuelos domésticos dentro del continente europeo, el usuario no realizará por ejemplo un viaje en avión Bruselas-Lyon con escala en París. El viajero optará por realizar el trayecto directamente en avión sin escalas, debido a la gran oferta existente hoy en día de vuelos domésticos. En caso de no disponer vuelo directo, el usuario se desplazaría en transporte privado o público al aeropuerto más cercano con posibilidad de vuelo directo hacia el destino deseado. Si este acceso se realiza en ferrocarril, estaríamos en el tipo de intermodalidad donde un aeropuerto está integrado a la red ferroviaria regional. A partir de ahora nos centraremos y estudiaremos la intermodalidad AV-avión donde los servicios de AV sustituyen a las rutas aéreas de corto alcance.

### 5.3.1 La intermodalidad alta velocidad-avión

Hace treinta años, los servicios de AV eran vistos como un modo de transporte competidor y rival de los servicios aéreos. Como ejemplo, en 1982, la compañía aérea Air France se vio obligada a reducir drásticamente el número de vuelos en la relación París-Lyon debido a la introducción del tren de AV TGV; que unió las dos ciudades en un tiempo de 2h. En esa época, no existía el concepto de interconexión y la competencia era total.

No obstante, no fue hasta el año 1994, con la entrada en servicio de las estaciones de los aeropuertos de Roissy y de Lyon, que la complementariedad avión-AV se hizo realidad. Si hace treinta años la relación entre el transporte aéreo y de AV estaba sólo visto en términos de competitividad, actualmente ya no sucede lo mismo.



**Figura 5.9** Intermodalidad entre la AV y el avión en el aeropuerto de Düsseldorf.

Fuente: [www.convention-duesseldorf.com](http://www.convention-duesseldorf.com)

Resulta evidente, que la complementariedad entre las infraestructuras ferroviarias de AV y las aéreas no puede, por sí misma, generar un trasvase significativo de tráfico hacia el ferrocarril. Es necesario e igualmente importante integrar las prestaciones necesarias para garantizar la continuidad del transporte, de manera óptima y eficaz.

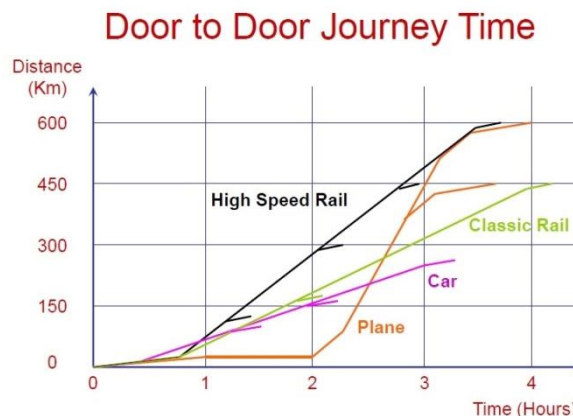
La interconexión de las redes ferroviarias de AV y las redes aéreas se inscribe en una lógica de futuro, especialmente en relación con el transporte aéreo a corta distancia. Si la cooperación funciona correctamente y se concreta en una interconexión óptima entre los dos modos, los trenes de AV podrán captar una gran parte del tráfico aéreo, sustituyendo algunas rutas aéreas de corto alcance.

#### 5.3.1.1 Ventajas de los servicios de AV respecto al avión

Como veremos a continuación, la AV presenta muchas ventajas respecto al transporte aéreo, fomentando por lo tanto la sustitución de rutas aéreas de corto radio por servicios de AV. Este hecho potencia la intermodalidad entre ambos modos y hace más atractiva la oferta de transporte para el usuario.

##### *Tiempo de viaje puerta a puerta*

La figura 5.10 muestra para que distancias, los servicios de AV resultan atractivos. Como podemos observar, aproximadamente hasta una distancia de 600 km o de 3'5 h de tiempo total, el ferrocarril de AV (en negro) resulta más atractivo que el avión al recorrer las mismas distancias en un menor tiempo puerta a puerta para el usuario. A partir de los 600 km, el avión resulta más atractivo a nivel de tiempos de trayecto, aunque la AV puede seguir siendo viable y atractiva hasta los 1000 km aproximadamente (fig. 5.5).



**Figura 5.10** Tiempo de viaje puerta a puerta por modo de transporte.

Fuente: Prof A. McNaughton (2011)

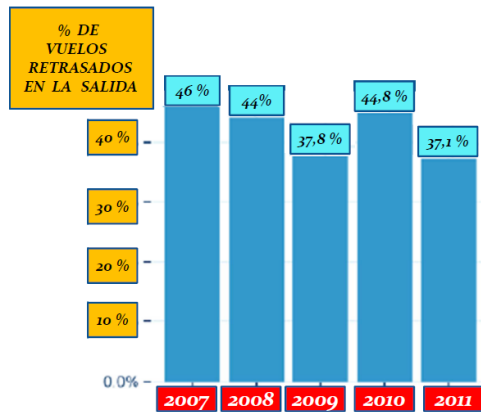
##### *Frecuencia de servicios*

Las nuevas líneas de AV y los sistemas de señalización asociados permiten hacer circular dos trenes consecutivos con un intervalo de tiempo de unos 3 minutos, si la demanda lo requiere. Esto implica la circulación de hasta 18 trenes de AV por sentido y cada hora. Por el otro lado, los aeropuertos permiten unos 50-60 movimientos de aeronaves por hora dependiendo del aeropuerto. No obstante, resulta complicado hoy en día poder establecer en un aeropuerto dado, 18 servicios aéreos cada hora cubriendo la misma ruta. Esto es debido a la gran congestión aérea que existe en los aeropuertos.

En general, es usual, que la oferta ferroviaria se configure en Europa, en torno a los 25-30 trenes de AV al día y por sentido de circulación. Esto representa un tren cada media hora, como referencia.

### Puntualidad

Uno de los factores de la calidad de servicio que más negativamente se ha visto afectado en la aviación, ha sido la puntualidad. En la figura 5.11, según Eurocontrol, se observa el porcentaje



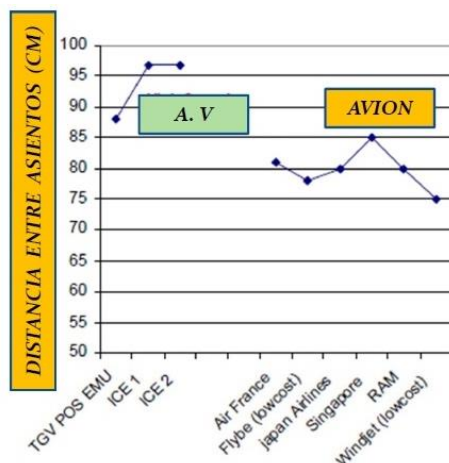
**Figura 5.11** % de vuelos retrasados en Europa. Fuente: Adaptación de LÓPEZ PITA, 2015

de vuelos europeos que salieron con retraso durante el periodo 2007-2011. Los valores muestran que alrededor de un 40% de vuelos salen con retraso debido a diversos factores como la congestión aeroportuaria.

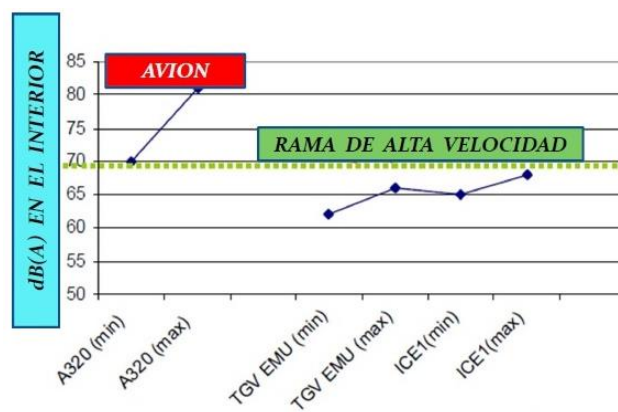
Este valor tan elevado contrasta con los valores de entre el 4 y el 8% de trenes de AV que salen con un retraso de más de 14' (dato de 2002 presentado por Chi). Es importante mencionar que en la aviación los retrasos se consideran a partir de los 15' respecto al horario programado; por lo contrario, en el ferrocarril de AV se consideran a partir de los 5'.

### Confort

Con respecto al confort de los dos modos de transporte, consideraremos dos aspectos: el confort espacial (fig. 5.12) y el confort acústico (fig. 5.13). En el primer caso, la variable utilizada es la distancia entre asientos; en el segundo caso, el nivel de ruido que se aprecia en el interior de cada modo. Observamos como el ferrocarril de AV es mucho más cómodo que el avión al ofrecer alrededor de 10 cm más de espacio entre asientos respecto al avión. A su vez, presenta niveles sonoros inferiores a los del avión.



**Figura 5.12** Mayor confort espacial del ferrocarril de AV. Fuente: Adaptación de LÓPEZ PITA, 2015

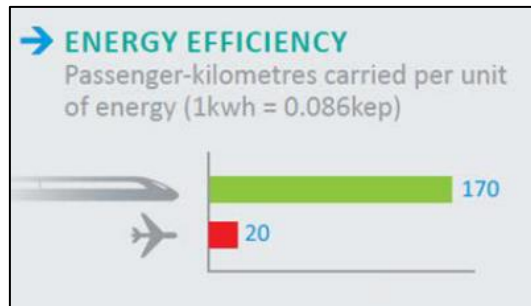


**Figura 5.13** Ruido en el interior de cada modo de transporte. Fuente: Adaptación de LÓPEZ PITA, 2015



### Consumo de energía

El consumo de energía de los trenes de alta velocidad es inferior al del avión como se puede observar en la figura 5.14, donde se muestra el número de pasajeros/km que puede transportar cada modo por kep (1 kWh = 0,086 kep). Cuantitativamente es 8,5 más eficiente que el avión.

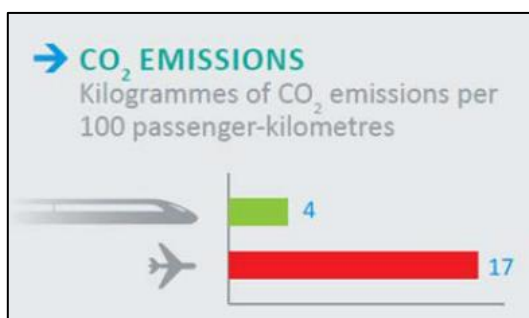


**Figura 5.14** Eficacia energética de los trenes de AV y del avión.

Fuente: Adaptación de SARA FERNÁNDEZ BRAVO, 2015

### Impacto en el medio ambiente

La transferencia de pasajeros del avión al tren de AV tiene efectos positivos para el medioambiente como observamos en la figura 5.15. Se constata las reducidas emisiones de



**Figura 5.15** Emisiones de CO<sub>2</sub> por cada 100 viajeros/km de la AV y del avión. Fuente: Adaptación de FERNÁNDEZ BRAVO, 2015

CO<sub>2</sub> que corresponden a las ramas de AV, en comparación con el avión. Como ordenes de magnitud, para un trayecto de unos 600 km, las emisiones de CO<sub>2</sub> del avión se corresponderían aproximadamente al peso de una persona, es decir, unos 70 Kg de CO<sub>2</sub> emitido. En cambio para las ramas de AV se correspondería al peso de un equipaje de mano, aproximadamente entre 10-13 Kg de CO<sub>2</sub> emitido. Cuantitativamente las ramas de AV emiten una décima parte menos de gases que el avión

### Capacidad de transporte y costes

En relación con la complementariedad que los servicios ferroviarios de AV pueden ofrecer al transporte aéreo, consideramos de interés destacar dos aspectos:

#### a) La mayor capacidad de transporte de las ramas de AV

La capacidad de las ramas de AV se sitúa en un mínimo del orden de 350 plazas y un máximo de 500 plazas para las ramas de dos pisos. En el caso de que se acoplen dos ramas para la circulación, bastante usual en algunas líneas, se duplican las magnitudes precedentes. En cambio, los aviones utilizados en trayectos de corta distancia, donde concurren con la AV, presentan una capacidad mínima del orden de 110 plazas, alcanzando un máximo de 200 plazas.

**b) La menor inversión de adquisición de ramas de AV**

La tabla 5.1 pone de relieve que por la mitad del precio de adquisición de un avión de corto alcance como el *Airbus A320*, se puede adquirir una rama de AV con capacidad para transportar el doble de pasajeros que el avión.

Tipo de material	Plazas	Coste medio (€)	Coste medio por plaza (€)
1 rama de AV	350-500	25.000.000	35.000-50.000
2 ramas de AV acopladas	700-1000	50.000.000	70.000-100.000
Avión Airbus A320	150-200	50.000.000	250.000-350.000

**Tabla 5.1** Comparativa de la capacidad de transporte y costes de adquisición entre el ferrocarril de AV y el avión. Fuente: elaboración propia a partir de LÓPEZ PITA, 2015

**5.3.1.2 Beneficios de la intermodalidad AV-avión**

La intermodalidad ha sido un importante objetivo de las políticas de transporte de la Unión Europea durante los últimos años. Estas políticas europeas, insisten en potenciar la intermodalidad entre el ferrocarril y el avión, con la finalidad de cumplir los siguientes objetivos:

- 1) Mejorar de manera general, la eficacia de los accesos a los aeropuertos en ferrocarril.
- 2) Mejorar la conectividad entre algunos aeropuertos en particular, para poder reemplazar vuelos entre ellos por servicios ferroviarios que los conecten.
- 3) Contribuir al desarrollo de sistemas integrados tren-avión en Europa, donde la AV jugaría un papel complementario al avión.
- 4) Desarrollar una movilidad puerta a puerta sin interrupciones y de manera continuada para el usuario.

A continuación comentaremos brevemente los efectos positivos que genera un sistema intermodal tren de AV-avión, donde los servicios ferroviarios sustituyan rutas aéreas de corto alcance:

➤ Disminución de la congestión aérea y liberación de *slots*

Durante las últimas décadas, ha habido un aumento considerable del tráfico aéreo debido al incremento de la movilidad y especialmente a la llegada de las compañías de bajo coste como *Ryanair* y *EasyJet*. Este aumento, junto a la problemática medioambiental que lleva implícito, y junto a la falta de capacidad en la mayoría de aeropuertos, ha supuesto la necesidad de absorber parte de la demanda por otro modo de transporte. Por lo tanto, la complementariedad entre ambos modos es una necesidad objetiva. El trasvase de parte del tráfico aéreo al ferrocarril en determinadas relaciones, disminuye la congestión aérea, y se liberan *slots*, que pueden ser utilizados para líneas aéreas de larga distancia. Por lo tanto resulta tractivo tanto para los operadores ferroviarios como para los operadores aéreos.

➤ Mejora de los accesos al aeropuerto

Aumenta y se mejora la oferta de accesos para el usuario y consecuentemente aumenta la competitividad del aeropuerto al estar mejor comunicado. De esta manera, el aeropuerto atrae más pasajeros al mejorar las conexiones.

➤ Aumento de las alternativas de viaje para los usuarios

El viajero dispone de más alternativas para alcanzar su destino final, mediante el uso del avión o mediante el uso del ferrocarril de AV. Como comentamos, este tipo de complementariedad sólo tiene sentido para vuelos internacionales.

➤ Reducción de las emisiones de dióxido de carbono

Como hemos comentado anteriormente, la AV tiene un impacto menor hacia el medioambiente que el avión. En concreto, hasta un 50% de las emisiones de CO<sub>2</sub> en los aeropuertos provienen del acceso terrestre.

➤ Creación de nuevos puestos de trabajo

Al introducir servicios de AV hacia un aeropuerto, es indudable la creación de nuevos empleos, por ejemplo en la estación ferroviaria intermodal del aeropuerto, en los servicios de AV, etc.

➤ Aumento de la cuota de mercado del transporte público de acceso al aeropuerto

Indudablemente al sustituirse ciertas rutas aéreas por servicios de AV, se incrementa la cuota de mercado del ferrocarril de AV, y en el global, la del transporte público de acceso. Los servicios ferroviarios de acceso desde la ciudad al aeropuerto no se ven afectados, en cambio sí que se pueden ver afectados servicios regionales como vemos en la tabla 5.2.

## 5.4 ALTA VELOCIDAD Y CONEXIONES AEROPORTUARIAS

En este apartado estudiaremos las conexiones aeroportuarias con los servicios de AV a nivel de planificación y cuando es necesario implementarlas. Primero repasaremos brevemente la historia, situación actual y futuro de estas conexiones. Seguidamente estudiaremos los criterios utilizados para decidir si se debe o no implementar una conexión de estas características y finalmente analizaremos un ejemplo real comparativo entre una conexión realizada con éxito y otra que ha resultado ser poco exitosa.

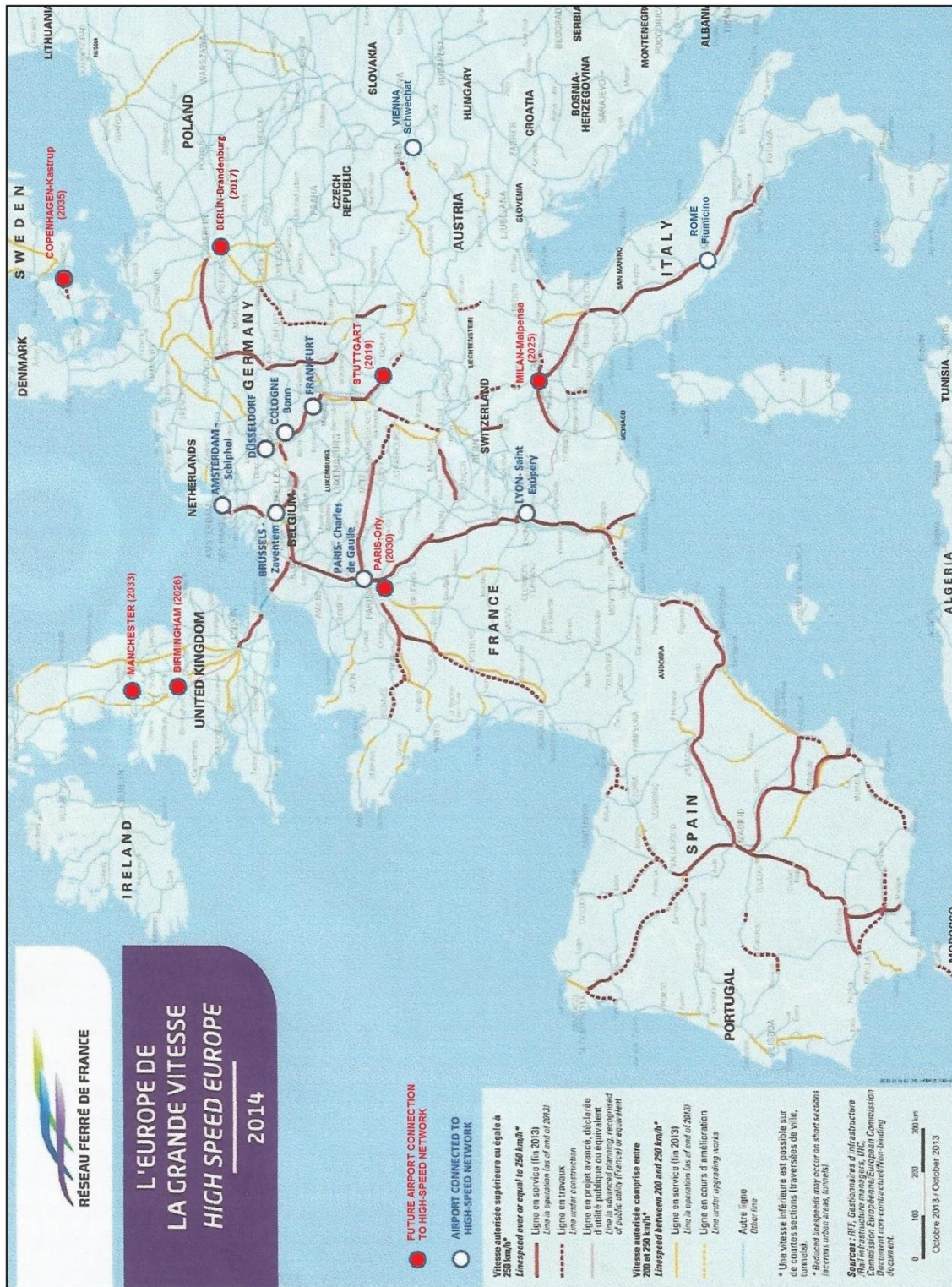
### 5.4.1 Historia

La idea de complementariedad entre los servicios aéreos y los de AV por ferrocarril en los aeropuertos surgió, por lo que a Europa se refiere, en la segunda mitad de la década de los años ochenta, en Francia. La línea de altas prestaciones denominada Interconexión, conectaría en 1994 el aeropuerto de CDG con los servicios de AV convirtiendo esta idea en una realidad.

El mismo año se abrió también a la explotación comercial la estación TGV de AV en el aeropuerto de Lyon *Saint-Exupéry*. A partir de entonces y durante las siguientes dos décadas, se han implementado nuevas conexiones ferroviarias de AV en otros aeropuertos europeos, como en el de Frankfurt, Ámsterdam, etc.

Es importante mencionar que, aunque haya aumentado considerablemente el número de aeropuertos con servicios de AV, la experiencia disponible respecto a este tipo de conexiones no resulta muy amplia aún, en comparación con las conexiones aeroportuarias mediante el ferrocarril convencional. Por este motivo, hemos decidido incluir para este apartado todos los aeropuertos que disponen de conexión con la AV en Europa, además de los analizados en el capítulo 3. En la figura 5.16 se observan las conexiones existentes actualmente a la red de AV y las futuras previstas en los diferentes aeropuertos europeos con la fecha prevista de entrada en servicio.





**Figura 5.16** Situación actual y futura de las conexiones aeroportuarias a la red de AV en el marco europeo. Fuente: Adaptación de RAFAEL AMADOR, 2014

### 5.4.2 Las conexiones en los aeropuertos

A partir de ahora, analizaremos en qué casos específicos un aeropuerto puede realmente obtener beneficios de una conexión con la red de alta velocidad. A la hora de planificar una conexión de este tipo, hay que tener en cuenta varios elementos, entre ellos la infraestructura de interconexión. Esta última, como veremos a continuación, es una condición necesaria pero no suficiente a la hora de garantizar una conexión intermodal óptima entre los dos modos de transporte.

#### 5.4.2.1 Decisión de implementar una conexión de AV

Para determinar si es apropiado que una línea de AV sirva a un aeropuerto dado, se deben de tener en cuenta los siguientes factores:

- **Tamaño del aeropuerto**

El tamaño del aeropuerto en volumen de tráfico de pasajeros y sobre todo en número de vuelos de largo alcance, es fundamental para decidir si implementar o no una conexión ferroviaria de AV. Como comentamos anteriormente, la complementariedad AV-avión sólo tiene sentido para distancias largas, en particular, para vuelos internacionales. En este sentido, los aeropuertos internacionales *hub*, se beneficiarán más de una conexión con la red de AV que los aeropuertos con poco tráfico internacional y alto tráfico de vuelos de corto alcance, como es el caso de Barcelona-El Prat. Entendemos como tráfico internacional a todos los vuelos con destino a países fuera del continente europeo y vuelos de corto alcance a todos los vuelos que operan dentro de Europa.

- **Ubicación del aeropuerto**

Es muy importante tener en cuenta la posición relativa de la futura línea de AV respecto al aeropuerto. Dependiendo de la ubicación del aeropuerto y del trazado ferroviario, será más o menos factible establecer una conexión de este tipo. En el próximo apartado analizaremos este factor en profundidad.

- **Tiempo de viaje**

Se debe considerar la capacidad de la futura línea de AV para competir en tiempos de trayecto con un vuelo de corto alcance desde un aeropuerto dado. Antes de implementar una conexión de AV, se deben de estudiar los previsibles tiempos de viaje en tren de AV desde el aeropuerto hasta las principales ciudades que conecte la línea ferroviaria, en un radio de aproximadamente 800 km. Si el tiempo de viaje excede de las 3'5 h, no resultará atractivo para los viajeros que procedan de vuelos internacionales y preferirán conectar con otro vuelo doméstico. Por lo tanto, no se producirá una transferencia significativa de pasajeros hacia el ferrocarril.

- **Grado de congestión del aeropuerto**

Muchos aeropuertos actualmente, operan al límite de su capacidad y presentan una elevada congestión aérea sin posibilidad de expansión, ya sea por temas medioambientales o por temas puramente físicos. Para este tipo de aeropuertos, la implementación de una conexión intermodal es una buena solución para reducir la congestión al sustituirse vuelos de corto alcance por servicios de AV.

### 5.4.2.2 Criterios de proyecto

Con la perspectiva de estudiar este tipo de conexiones en los aeropuertos españoles más importantes, es conveniente conocer los criterios utilizados en el momento de proyectar estas conexiones. Con el análisis de los diferentes aeropuertos en el capítulo 3, hemos visto que a la hora de conectar una línea de AV con un aeropuerto existen dos posibilidades:

- 1) A partir de una conexión existente con el aeropuerto mediante ferrocarril convencional adaptada a la circulación de servicios de AV
- 2) Construir una línea nueva de AV con conexión en el aeropuerto

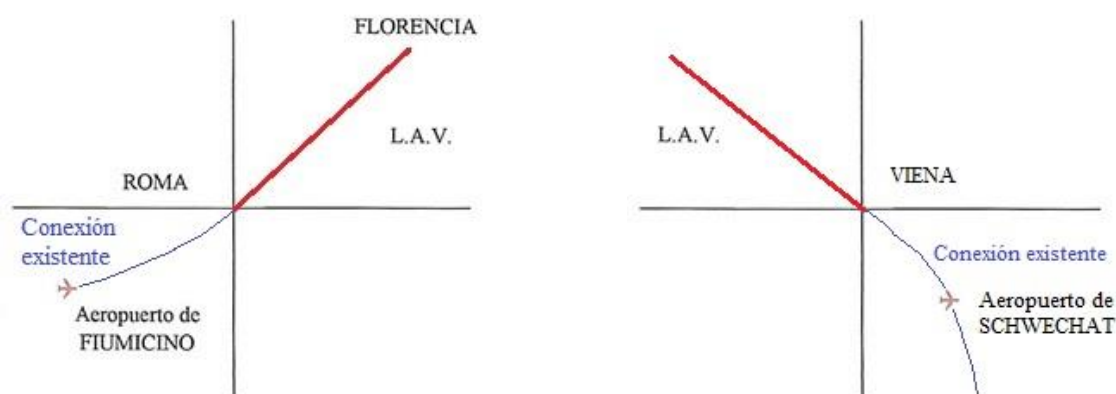
A la hora de decidir cuál de las dos opciones será la más adecuada y a la hora de escoger el trazado y ruta final de la nueva línea de AV que pase por el aeropuerto, debemos de tener en cuenta que cada aeropuerto y ciudad presenta una problemática propia. Cada una de ellas, requiere un análisis específico al objeto de adoptar la decisión que optimice prestaciones, recursos e incidencia en el territorio.

#### *A partir de una conexión existente*

Como vimos en el capítulo 3, este tipo de conexión se ha implementado en los aeropuertos de Roma y Viena. En el primer caso los servicios de AV *Frecciargento* se prolongaron por la línea explotada por el Leonardo Express y los servicios regionales. En el segundo caso, los servicios de AV se prolongaron desde la estación central de Viena con una frecuencia de 2 trenes/hora.

Ambas conexiones se implementaron a finales del año 2014, por lo que la experiencia para este tipo de enlaces es prácticamente nula. Aún no se dispone de datos cuantitativos a nivel de cuotas de mercado y en cómo ha afectado a los demás servicios existentes que había.

Tomando como centro de los ejes de referencia el de la ciudad considerada (figuras 5.17 y 5.18), este tipo de conexión sólo es factible si el aeropuerto NO se encuentra en el mismo cuadrante de la línea de AV.



**Figura 5.17 / Figura 5.18** Conexiones de AV a partir de una conexión existente en Roma (5.17) y en Viena (5.18) Fuente: Adaptación de LÓPEZ PITA, 2003



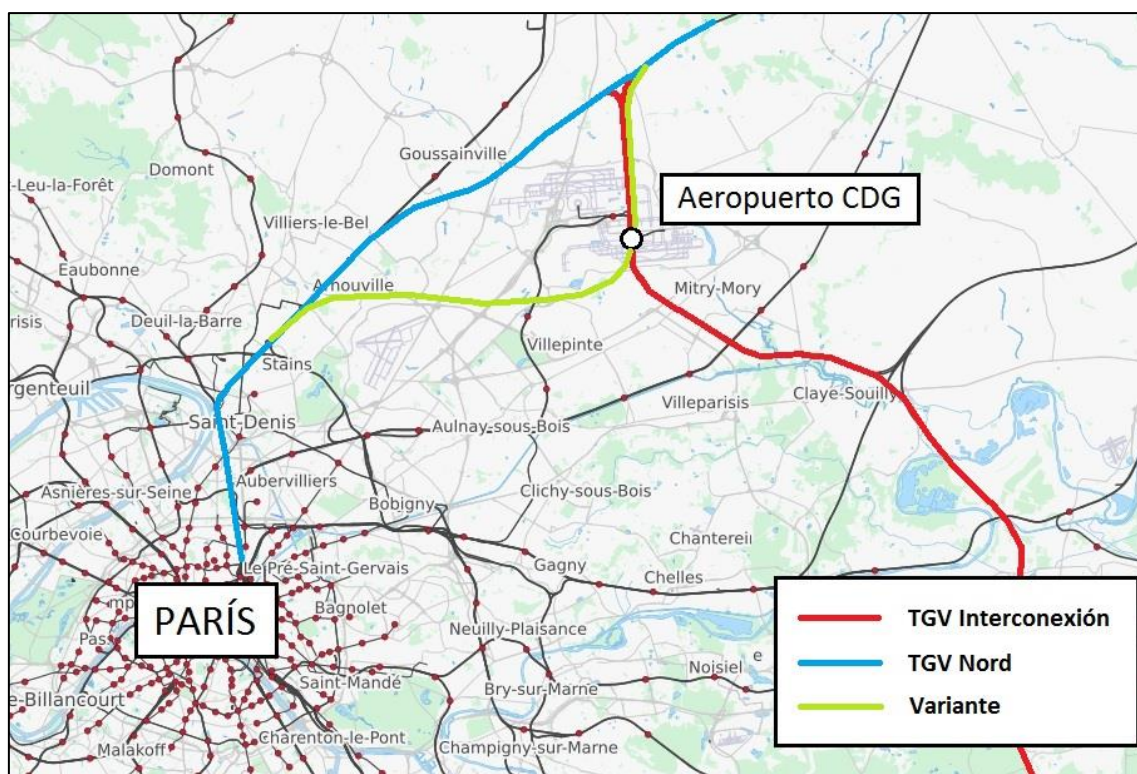
### *Construcción de una nueva línea de AV*

Para el segundo tipo de conexiones, cuando se proyecta una nueva línea de AV, se estudia si hacerla pasar directamente por un aeropuerto dado o no. En el caso de que se conecte al aeropuerto de una ciudad, podemos distinguir dos situaciones a la hora de escoger la alternativa de trazado final:

- a) Hacer pasar la línea por el centro de la ciudad y conectar con el aeropuerto
- b) Hacer pasar la línea por las afueras de la ciudad sin servirla mediante una vía de contorno y conectarla con el aeropuerto de esta

La opción final a escoger será la que se adapte mejor a las necesidades particulares de cada caso, siempre de manera justificada. Uno de los mejores ejemplos a la hora de decidir el trazado final de una nueva línea de AV para servir un aeropuerto, lo vimos en el capítulo 3 para conectar la estación TGV del aeropuerto de CDG en París. Se consideraron dos opciones:

- 1) Conectar el aeropuerto mediante la línea TGV Interconexión cuyo trazado discurre por las afueras de la ciudad (fig. 5.19), y servir la estación sólo con trenes de AV que utilizasen dicha línea sin servir el centro de la ciudad.
- 2) Conectar el aeropuerto mediante una variante de la línea TGV Nord, de manera que los trenes de AV radiales con origen o destino, pasasen por el aeropuerto.



**Figura 5.19** Posibles enlaces de AV con el aeropuerto de CDG. Fuente: Adaptación de [www.en.rail.cc](http://www.en.rail.cc)

Como comentamos en el capítulo 3, siempre hay que analizar el corredor en su conjunto, y ver cómo se vería afectada la línea de AV en términos de competitividad comercial al decantarnos por una alternativa u otra. En el caso de París, se decidió conectar el aeropuerto con la línea TGV Interconexión y no mediante la variante. Esto se debió a dos factores:

- La línea TGV Interconexión permitía una ganancia de tiempo del orden de 30' respecto a la circulación de los servicios de AV a través del centro de la ciudad. En este sentido, la complementariedad AV-avión resulta mucho más atractiva para los viajeros que suban o bajen en la estación TGV del aeropuerto utilizando la línea TGV Interconexión para servicios provincia-provincia sin pasar por París.
- Si la línea que conecta el aeropuerto pasase por el centro de la ciudad, se originarían problemas comerciales en los desplazamientos a larga distancia con el TGV Nord, al existir viajeros interesados en desplazarse de la ciudad al aeropuerto con el TGV.

### **Valoración global**

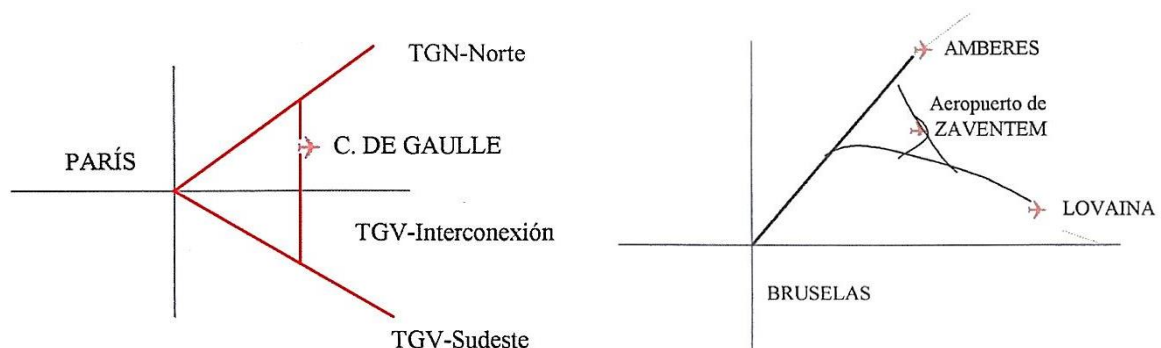
La experiencia analizada en el capítulo 3 acerca de las conexiones de AV en los aeropuertos europeos, más allá de los Pirineos, permite efectuar una valoración global sobre las características básicas de este tipo de enlaces ferroviarios.

Podemos distinguir dos grandes ámbitos, independientemente de si se decide pasar la línea por el centro de la ciudad o por las afueras de esta:

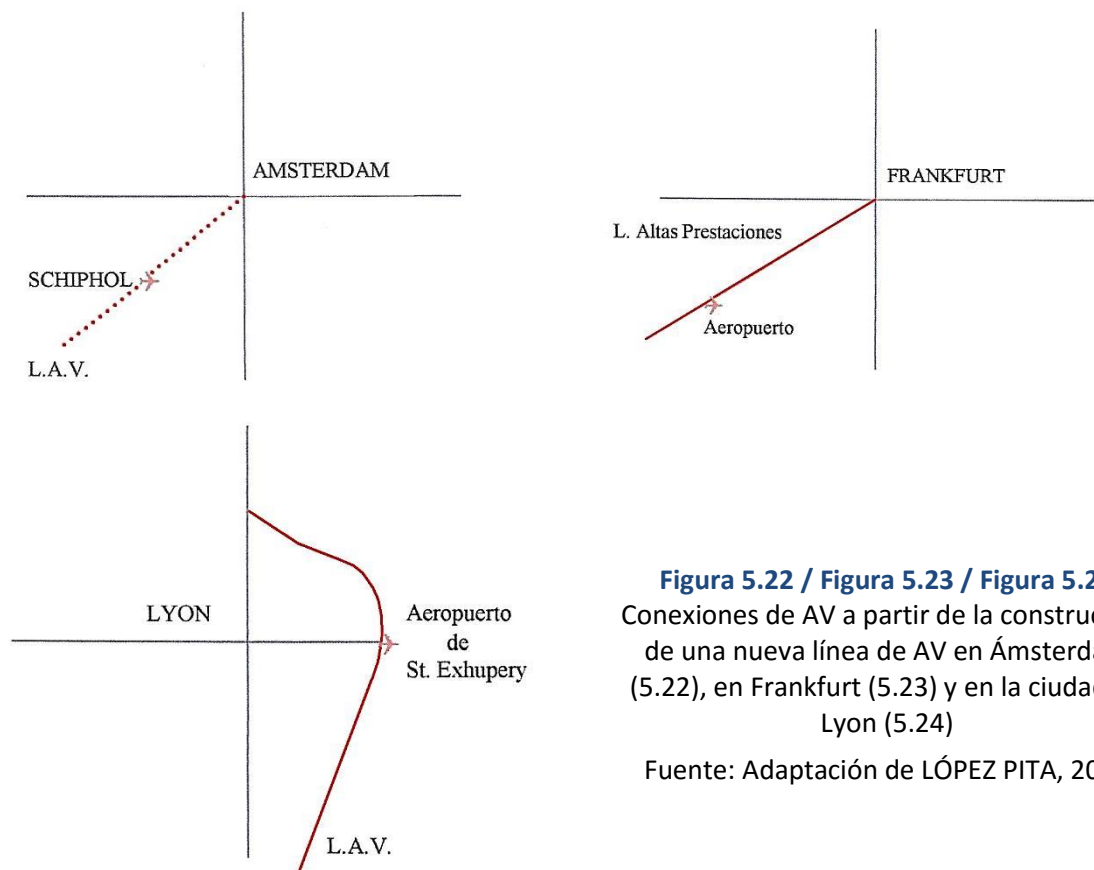
- 1) Los aeropuertos que disponen o tienen previsto disponer de una conexión con líneas de AV
- 2) La tipología con la que implementan la conexión

Por lo que respecta al primer ámbito, a partir de las conexiones de AV analizadas en el capítulo 3, cuando se decide conectar un aeropuerto a una nueva línea de AV, la conexión será factible desde el punto de vista práctico si la línea de alta velocidad (en la actualidad o en el futuro) discurre por el mismo cuadrante donde se encuentra el aeropuerto, tomando como centro de los ejes de referencia el de cada ciudad considerada.

A continuación podemos observar lo dicho en el párrafo anterior para los aeropuertos conectados a la red de AV que hemos visto en el presente trabajo, incluido el de *Lyon-Saint Exupéry* que analizaremos en el siguiente apartado.



**Figura 5.20 / Figura 5.21** Conexiones de AV a partir de la construcción de una nueva línea de AV en la ciudad de París (5.20) y en Bruselas (5.21) Fuente: Adaptación de LÓPEZ PITA, 2003



**Figura 5.22 / Figura 5.23 / Figura 5.24**  
Conexiones de AV a partir de la construcción  
de una nueva línea de AV en Ámsterdam  
(5.22), en Frankfurt (5.23) y en la ciudad de  
Lyon (5.24)

Fuente: Adaptación de LÓPEZ PITA, 2003

Por lo que respecta a la tipología con que se implementa la conexión ferroviaria de AV en el aeropuerto, existen, de manera simplificada, tres posibilidades:

- 2.1) Pasante a través del aeropuerto e insertada en la línea general de AV
- 2.2) Pasante por medio de una variante de trazado
- 2.3) Conexión ferroviaria en *cul-de-sac*

Es importante comentar que el segundo tipo de implementación, mediante una variante del trazado general, engloba todas las diferentes categorías que se estudiaron y analizaron en el capítulo 4.

En la tabla 5.2 se sintetiza la configuración adoptada para los aeropuertos estudiados en el presente trabajo que disponen o dispondrán, en un futuro, de conexión ferroviaria a la red de AV. Podemos observar que en el caso de construcción de una nueva línea de AV que pase por un determinado aeropuerto, se ha optado por la solución de pasante a partir de la vía general o de una variante. En cambio, en el caso de que exista una conexión existente se ha optado por finalizar el servicio de AV en el aeropuerto, aunque el servicio se puede prolongar en caso de que la línea lo permita, siempre y cuando se justifique debidamente.

Por lo que concierne a las velocidades de circulación que pueden considerarse como referencia al paso de la línea de AV por el aeropuerto, oscilan entre los 160-200 km/h de las conexiones

en los aeropuertos de Frankfurt y Ámsterdam y los 300 km/h que posibilita el tránsito de la línea de AV que discurre por el aeropuerto de Lyon Saint-Exupéry.

Por último, y en lo relativo al número de servicios de AV, no se dispone todavía de experiencia suficiente para poder efectuar una valoración global. Sin embargo, es indudable, que la conexión ferroviaria mediante pasante, y en particular por vía general, propicia, la existencia de un mayor número de trenes con parada en el aeropuerto. Esto es debido a la continuidad que ofrece la línea en el aeropuerto y al coincidir con la línea general de AV si la conexión es mediante vía general.

*\*Aeropuertos conectados a la red de AV en un futuro*

Aeropuerto	Tipología de la conexión				Velocidad de referencia (km/h)
	Pasante		Cul-de-sac		
	Vía General	Variante	Final	Ramal	
Lyon Saint-Exupéry	X				300
París-Charles de Gaulle	X				230
Frankfurt	X				160-200
Ámsterdam	X				160-200
Roma-Fiumicino				X	-
Viena			X		-
Berlín-Brandenburg*		X			-
Bruselas		X			-
Milán-Malpensa*		X			-

**Tabla 5.2** Tipología de las conexiones ferroviarias de Alta Velocidad en los aeropuertos

### 5.4.3 Caso comparativo de estudio: Lyon vs CDG

La primera línea de AV que se instaló en Europa, como comentamos al principio de este capítulo, fue el corredor París-Lyon en la denominada línea TGV- Sudeste (fig. 5.18). La primera fase se inauguró en 1981 y en 1983 se abrió a la explotación comercial la totalidad de sus 419 km. Esta línea nació por la falta de capacidad y de competitividad de la línea de ferrocarril convencional que unía las dos ciudades antes de la entrada en servicio de la nueva línea de AV.

#### *Aeropuerto de Lyon-Saint Exupéry*

A continuación explicaremos resumidamente las conexiones ferroviarias del aeropuerto de Lyon, ya que el de París ya fue analizado anteriormente en el capítulo 3 del presente trabajo. Inaugurado en 1975, se encuentra a 20 km al este del centro de la ciudad de Lyon y es el cuarto aeropuerto con más tráfico de pasajeros del país con 8'5 millones.

La decisión de realizar la conexión ferroviaria con el aeropuerto comenzó a materializarse en 1986, cuando los estudios realizados por la SNCF para prolongar la línea de AV desde Lyon hasta Valence pusieron de relieve que la mejor alternativa de trazado pasaba por efectuar el contorno de la ciudad por el este y en las proximidades del aeropuerto (fig. 5.27). Finalmente, el trazado conectaría con el aeropuerto y el proyecto incluiría la construcción de una estación de AV en el aeropuerto (fig. 5.26)





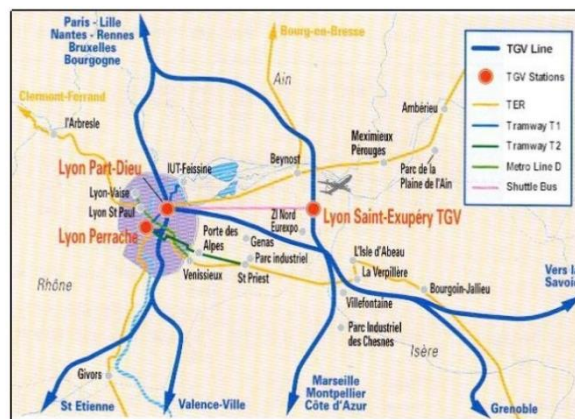
La estación dispone de dos plataformas con 4 vías, dos de ellas para los trenes que no se detienen en ella, por las que pueden circular a 300 km/h, y dos vías para los trenes con parada. Los viajeros pueden acceder al aeropuerto a través de un puente-pasarela peatonal que comunica la estación de AV con las terminales.

**Figura 5.25** Línea de AV París-Lyon.

Fuente: Adaptación de [www.uic.org](http://www.uic.org)



**Figura 5.26** Estación de AV en el aeropuerto de LYS. Fuente: RAFAEL AMADOR, 2014



**Figura 5.27** Líneas de AV en el área urbana de la ciudad de Lyon. Fuente: RAFAEL AMADOR, 2014

### *Diferencias en la demanda de pasajeros*

A partir de 1994, los dos aeropuertos principales de ambas ciudades quedaron conectados a la red de AV francesa con los servicios TGV (*Train à Grande Vitesse*). Esto fue visto como un gran paso para la intermodalidad AV-avión en los aeropuertos, teniendo en cuenta que ha sido uno de los objetivos principales de las políticas de transporte francesas. El hecho de potenciar esta complementariedad, representa una parte esencial de estas políticas, especialmente para liberar *slots* para vuelos internacionales y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

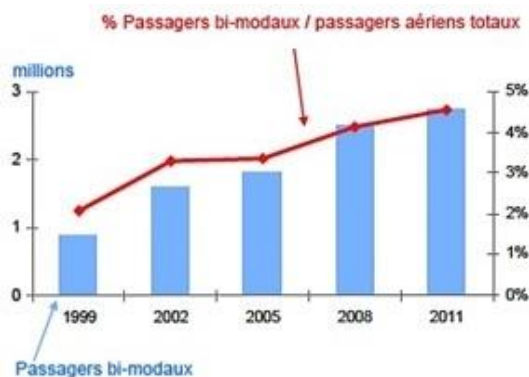
Sorprendentemente, los resultados en ambos aeropuertos fueron muy diferentes. Por una parte, la conexión en CDG se convirtió en todo un éxito intermodal y modelo a seguir; por otra parte, a pesar de todos los esfuerzos e inversiones realizadas, el aeropuerto de Lyon no consiguió el mismo resultado.

	París-CDG	Lyon Saint-Exupéry
Tráfico en la estación TGV	3,4 millones	416.000
Nº de pasajeros intermodales	2,5 millones	4.000
% de pasajeros intermodales	73%	8,1%
Tráfico pasajeros aéreos en el aeropuerto	60,5 millones	7,8 millones
pasajeros intermodales / pasajeros aéreos	4,1%	0,5%

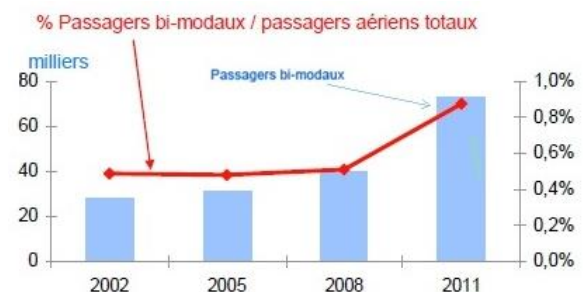
**Tabla 5.3** Demanda de pasajeros para los aeropuertos de París-CDG y Lyon Saint-Exupéry el año 2008. Fuente: JOANA DUARTE COSTA, 2012

En la tabla 5.3, observamos la demanda de pasajeros en los dos aeropuertos para el año 2008. La evolución de la intermodalidad AV-avión, también ha sido muy diferente en los dos casos. En las figuras 5.28 y 5.29, observamos cómo ha evolucionado aproximadamente durante la década de los años 2000. En el aeropuerto de CDG la intermodalidad ha aumentado de manera regular, en cambio en Lyon sufrió un estancamiento durante 6 años hasta el año 2008. A partir de este año hasta el 2011 creció casi el doble hasta un 0,9%, aunque las cifras aún son bajas en comparación con París, con un 4,5% en 2011.

Este incremento de pasajeros intermodales del 2008 hasta el 2011 en el aeropuerto de Lyon, se debe principalmente a la apertura en agosto de 2010 del tranvía exprés *Rhôneexpress*. Este, conecta el centro de la ciudad con el aeropuerto en un tiempo de aproximadamente 30' con dos paradas intermedias.



**Figura 5.28** Pasajeros intermodales avión-TGV y cuota de pasajeros intermodales sobre el total de pasajeros aéreos en CDG. Fuente: JOANA DUARTE COSTA, 2012



**Figura 5.29** Pasajeros intermodales avión-TGV y cuota de pasajeros intermodales sobre el total de pasajeros aéreos en LYS. Fuente: JOANA DUARTE COSTA, 2012



### *Factores causantes*

A partir de la experiencia de estas conexiones y de los resultados que se obtuvieron cuantitativamente, es posible identificar tres factores que explican las diferencias que se produjeron entre ambas conexiones.

#### **1) Tamaño del aeropuerto**

Como comentamos anteriormente, el tamaño del aeropuerto es fundamental a la hora de planificar una conexión con la red de AV y de que resulte exitosa. Es importante destacar que ambas conexiones forman parte de la red de AV que no sirve a sus respectivas ciudades y evita el paso por estas. Por lo tanto, necesitan ser destinos en sí para los usuarios para justificar la conexión aeroportuaria con el paso de servicios de AV que eviten las aglomeraciones urbanas.

La combinación de un viaje tren de AV/avión, sólo será efectiva para vuelos intercontinentales de largo alcance. En este sentido, el aeropuerto de CDG cuenta con un gran número de vuelos internacionales y en el año 2011 un porcentaje del 30% de pasajeros utilizó el aeropuerto como conexión para coger otro vuelo, representando unos 18 millones de pasajeros. El aeropuerto de Lyon, en cambio, el año 2011 contó con un 1,4% de pasajeros en tránsito, es decir, unos 120 mil pasajeros. A su vez, el número de vuelos de largo alcance es muy limitado.

Por lo tanto, para aeropuertos pequeños con poco tráfico de conexión y con un número limitado de vuelos intercontinentales, realizar y mantener una conexión ferroviaria de AV no es rentable salvo situaciones excepcionales y debidamente justificadas.

#### **2) Frecuencia de servicios de AV**

Este factor también es muy importante y resulta como consecuencia del primero. Durante el año 2002 operaban con parada un total de 50 trenes de AV en la estación de CDG y 18 para la estación de Lyon. Muchas ciudades como Lille y Bruselas, tienen más de 3 relaciones al día desde CDG y el aeropuerto conecta con muchas más ciudades como Montpellier, Marsella, Toulouse, Burdeos, etc.

La estación del aeropuerto de Lyon, en cambio, ofrece conexión a muchas menos ciudades y excepto a París, el número de relaciones hacia las otras ciudades es muy pequeño. Además, como veremos en el tercer factor, los horarios ferroviarios no están coordinados para facilitar y maximizar el número de conexiones intermodales con los vuelos.

#### **3) Necesidad de un sistema integrado**

El aeropuerto de CDG, ofrece un producto intermodal integrado llamado *TGV Air*, ofrecido por *SNCF* (Sociedad Nacional de Ferrocarriles Franceses) en colaboración con algunas compañías aéreas. Este producto ofrece un billete integrado TGV-avión, coordinación entre ambos transportes, y la posibilidad de facturar en la misma estación de AV.

En cambio, en el aeropuerto de Lyon no existe un producto intermodal integrado para el viajero, hecho que frena el desarrollo de la intermodalidad AV-avión. Además, al no estar coordinados los dos sistemas de transporte, existe la posibilidad de que el viajero pierda el vuelo.

## 6. Aplicación al caso español

En este último capítulo, analizaremos la situación actual en nuestro país respecto a los aeropuertos que disponen de conexión ferroviaria, y aplicaremos la experiencia analizada en los capítulos precedentes.

### 6.1 INTRODUCCIÓN

El territorio español cuenta con un total de 61 aeropuertos repartidos por todo el país, de los cuales sólo 5 disponen de conexión ferroviaria (tabla 6.1). En la tabla que se muestra a continuación, se observan los 5 aeropuertos españoles con conexión ferroviaria y los tipos de servicios y de conexión establecida.

Ciudad	Aeropuerto	Distancia al centro (km)	Tráfico anual en millones (2014)	Tipo de servicios	Tipo de conexión
Madrid	Barajas	12	42	Metro (1), suburbano (2)	Final línea general (1), variante en ramal (2)
Barcelona	El Prat	12	38	Metro (1), suburbano (2)	Final línea general (1), variante en ramal (2)
Málaga	Málaga	8	14	Suburbano	Pasante insertada
Valencia	Manises	8	5	Metro	Variante en ramal
Jerez	Jerez	8	0,76	Regional, suburbano	Pasante insertada

**Tabla 6.1** Conexiones ferroviarias en los aeropuertos españoles. Fuente: Elaboración propia

Como pudimos observar en la figura 3.2 del capítulo 3, gran parte del territorio español está situado en el interior del área de influencia del centro económico europeo. A su vez, las ciudades de Madrid y Barcelona, aparte de situarse en el área de influencia, representan centros económicos importantes a escala europea.

Por lo tanto, a continuación analizaremos en profundidad las conexiones aeroportuarias de las dos ciudades más importantes del país.

### 6.2 AEROPUERTO DE MADRID-BARAJAS (MAD)

El aeropuerto de Barajas sirve a la capital del país y con un tráfico de 42 millones de pasajeros en el año 2014, es el aeropuerto más grande e importante de España. A su vez, es el quinto aeropuerto con más tráfico del continente sólo por detrás de LHR, CDG, FRA y AMS.



Actualmente, un 38% de los vuelos operados en el aeropuerto son intercontinentales, por lo que MAD se considera uno de los *hubs* más importantes de Europa, sobre todo para conexiones entre Europa y América Latina.

El aeropuerto está compuesto por 5 terminales (T1, T2, T3, T4 y T4S). Las tres primeras están situadas conjuntamente y son las primeras que se construyeron; las dos últimas fueron inauguradas en 2006 y están separadas 2 km entre sí (figura 6.1).

**Figura 6.1** Esquema del aeropuerto de MAD y la disposición de sus terminales. Fuente: [www.autoeurope.com](http://www.autoeurope.com)

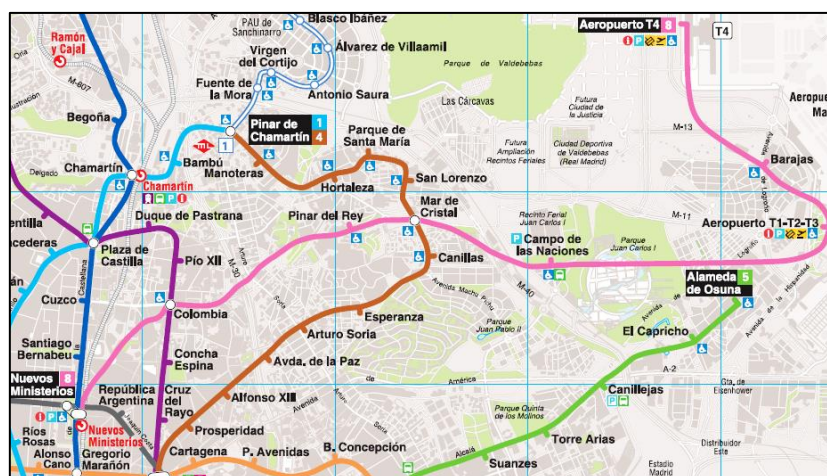
### 6.2.1 Conexiones ferroviarias en el aeropuerto

Actualmente el aeropuerto de Madrid, cuenta con 2 conexiones ferroviarias mediante servicios ferroviarios locales, a través de la red de metro y la red de cercanías. A continuación analizaremos sus accesos y sacaremos las conclusiones pertinentes.

#### 6.2.1.1 Metro

La conexión en metro, fue la primera que se implantó en el aeropuerto y se abrió a los pasajeros en junio de 1999. Se trata de la línea 8 (línea rosa), que conecta el centro de negocios de Madrid (Nuevos Ministerios) con el aeropuerto en 20' por un precio de 4,50 €.

El nuevo enlace, estaba incluido en el *Plan de Ampliación del Metro 1995-1999* y se conectó al aeropuerto mediante una estación que serviría a las terminales T1, T2 y T3 construyendo dos túneles en vía única. La estación está situada en la T2 y se accede a través de un pasillo en el nivel 1.



**Figura 6.2** Conexión de la línea 8 de metro al aeropuerto de MAD. Fuente: [www.metromadrid.blogspot.com](http://www.metromadrid.blogspot.com)

Con la inauguración en 2006 de las nuevas terminales T4 y T4S, se extendió la línea de metro hasta la T4 y se inauguró el tramo en mayo de 2007. La nueva estación en el edificio de la terminal, llamada *Aeropuerto T4*, está completamente integrada al nodo interconexión y permite un acceso directo desde el nivel -1.

La línea 8 está dotada de un carácter exprés debido a sus características y prestaciones técnicas. Con ocho estaciones en un recorrido de 16,5 km, cuya distancia media entre ellas es mayor que en el resto de las líneas, alcanza velocidades máximas de 105 km/h.

#### 6.2.1.2 Cercanías

La conexión del aeropuerto con la red de cercanías (ferrocarril suburbano), entró en servicio en octubre del 2011. La nueva línea C1, conecta la estación *Aeropuerto T4* con el centro de Madrid y con estaciones como Chamartín y Atocha, ambas estaciones terminales de los servicios de AV españoles. Desde el mes de octubre del año pasado, se añadió un servicio lanzadera de la misma línea de cercanías que en 20' conecta las estaciones de Atocha y Chamartín con la T4 del aeropuerto de manera directa sin paradas intermedias.

La longitud total de la línea desde la estación de Príncipe Pío hasta el aeropuerto es de 23,6 km que se realizan en 38'. No obstante, la nueva conexión con el aeropuerto se realizó con una extensión de 8,8 km de la línea desde la estación de Chamartín hasta la terminal T4 (fig. 6.3). Para realizar la obra, se cuadruplicó en un primer tramo la doble vía existente durante los 4,1 km entre la cabecera norte de la estación de Chamartín hasta el cruce con la M-40. En el segundo tramo, de 4,7 km, se construyó a partir de una variante, un nuevo trazado soterrado de doble vía sin balasto hasta el aeropuerto. La estación en *cul-de-sac* del aeropuerto (variante en ramal) está situada al lado de la estación de metro y dispone de una plataforma central de 250 m de largo con una vía en cada lado de esta.



**Figura 6.3** Nueva conexión de la línea C1 de cercanías a la T4 del aeropuerto de MAD. Fuente: [www.targisol.csic.es](http://www.targisol.csic.es)

#### 6.2.2 Posible conexión de AV

Para analizar la factibilidad de conectar el aeropuerto de Madrid-Barajas con la red de AV, analizaremos como vimos en el capítulo 5, si alguna de las líneas de AV en el área metropolitana de la ciudad están situadas en el mismo cuadrante que el aeropuerto de MAD.



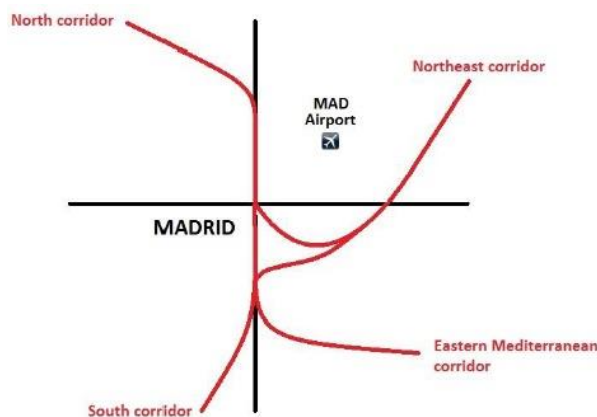
En este caso, las líneas de AV ya están construidas (fig. 6.4) y sólo habría dos opciones para conectar el aeropuerto:

- 1) Construir una variante a partir de la infraestructura de AV existente
- 2) Prolongar ciertos servicios de AV desde la estación de Chamartín a través de la nueva línea de Cercanías (fig. 6.3) como en los aeropuertos de Viena y Roma.

Para la opción 2), es importante mencionar que la extensión de 8,8 km desde la estación de Chamartín hasta el aeropuerto de Barajas (fig. 6.3) fue construida con ancho internacional (1.435 mm) para permitir la circulación de trenes de AV en un futuro. Por lo tanto, la opción es totalmente viable y factible. De manera esquemática, podemos observarla en la figura 6.7.



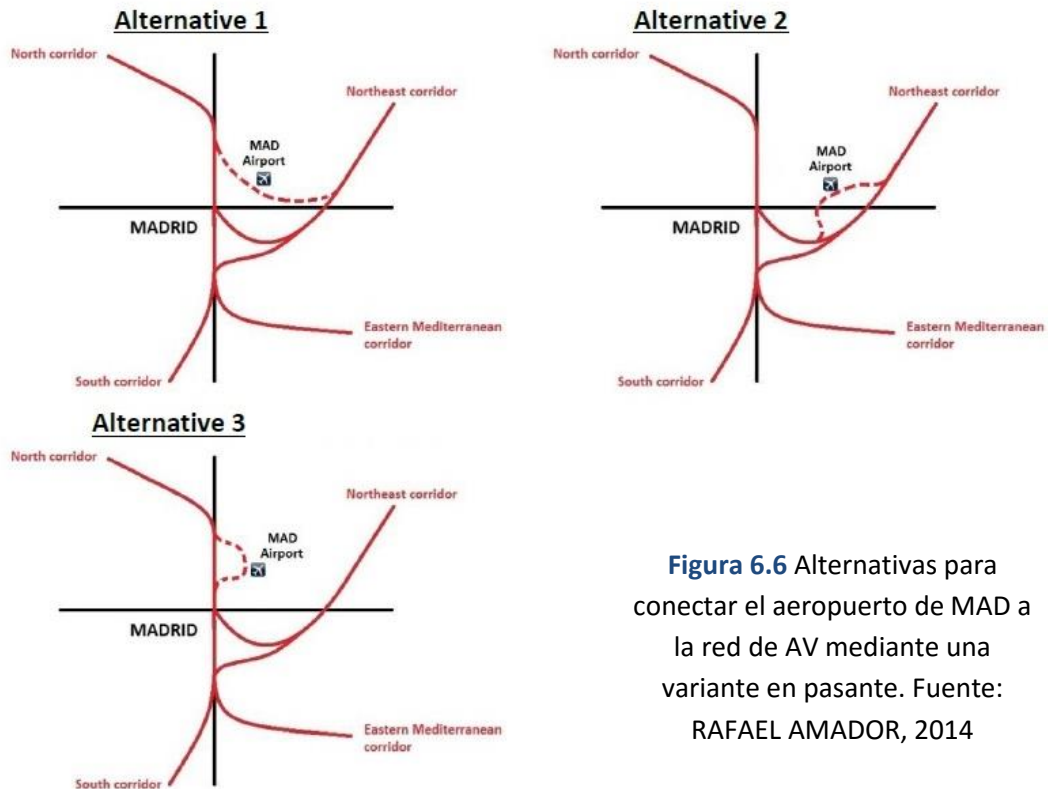
**Figura 6.4** Posición relativa de la red de AV en la ciudad de Madrid respecto del aeropuerto de MAD. Fuente: RAFAEL AMADOR, 2014



**Figura 6.5** Diagrama esquemático de la red de AV en Madrid en relación al aeropuerto de Madrid-Barajas. Fuente; RAFAEL AMADOR, 2014

Como observamos en la figura 6.5, el aeropuerto está en el mismo cuadrante que el corredor noreste, es decir, la línea que une Madrid con Barcelona. Por lo tanto, sería factible desde el punto de vista práctico, conectar el aeropuerto a la red de AV (LÓPEZ PITA, 2003).

De manera esquemática, para la opción 1), se pueden efectuar las alternativas mostradas en la figura 6.6, propuestas por RAFAEL AMADOR (2014).



**Figura 6.6** Alternativas para conectar el aeropuerto de MAD a la red de AV mediante una variante en pasante. Fuente: RAFAEL AMADOR, 2014



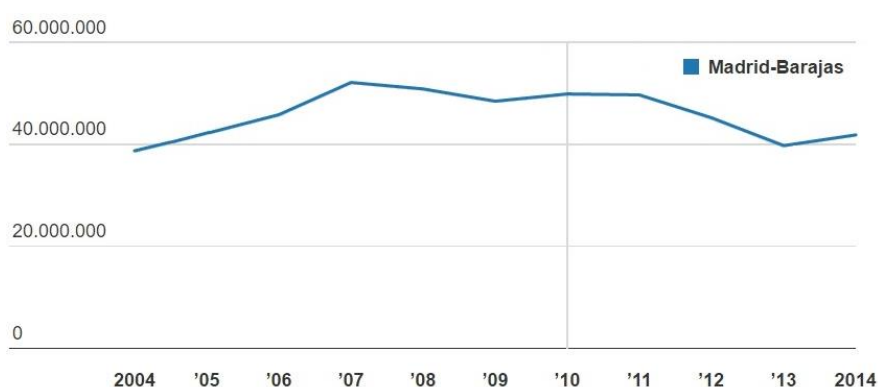
**Figura 6.7** Conexión del aeropuerto de MAD a partir de la prolongación de los servicios de AV a través de la línea de Cercanías. Fuente: RAFAEL AMADOR, 2014

Finalmente, la solución optada por el Ministerio de Fomento fue la de rechazar una conexión al aeropuerto con la red de AV, y crear el servicio lanzadera de cercanías de la línea C1 que circula directo entre las estaciones de Atocha y Chamartín con el aeropuerto de Barajas.



### 6.2.3 Cuotas de mercado

Como vemos en la tabla 6.2, con los datos que se han podido obtener, las cuotas de mercado del ferrocarril han aumentado considerablemente desde el año 2005 al 2011 y 2012, con la disminución de 8 puntos del coche y de 10 puntos del taxi. Este aumento es debido a la inauguración en mayo de 2007 de la línea de metro hasta la T4. En 2012 la cuota de mercado disminuyó teniendo en cuenta la nueva conexión de Cercanías, básicamente debido a la crisis económica, y como vemos en la figura 6.8, se produjo una disminución considerable del tráfico de pasajeros del año 2011 al 2012.



**Figura 6.8** Evolución del tráfico anual de pasajeros en el aeropuerto de Madrid. Fuente: Adaptación de [www.lavanguardia.es](http://www.lavanguardia.es)

Año	Coche	Taxi	Bus	Metro	Cercanías	Otros
2005	39%	40%	7%	14%	-	
2011	30,7%	29,5%	-	29,4%	-	11,4%
2012	30,6%	27%	11,9%		23,4%	7,1%

**Tabla 6.2** Distribución modal de acceso al aeropuerto de Barajas en función del año. Fuente: Elaboración propia a partir de diferentes fuentes

### 6.3 AEROPUERTO DE BARCELONA-EL PRAT (BCN)

El aeropuerto de Barcelona sirve a la ciudad condal y con un tráfico de 38 millones de pasajeros (2014), es el segundo aeropuerto más grande de España y el décimo más grande de Europa en términos de volumen de pasajeros. Está situado a 12 km al sudoeste del centro de la ciudad y dispone de dos terminales, T1 i T2 (figura 6.9). La primera es la más grande y nueva, inaugurada en el año 2009; la segunda es la primera que se construyó y actualmente sólo gestiona compañías de bajo coste como *Ryanair* o *Norwegian*. Con la entrada en servicio de la nueva T1, la capacidad máxima que puede gestionar el aeropuerto se incrementó hasta los 55 millones de pasajeros anuales.



**Figura 6.9** Posición relativa del aeropuerto y las terminales respecto la ciudad. Fuente: [www.viajejet.com](http://www.viajejet.com)

#### 6.3.1 Conexiones ferroviarias en el aeropuerto

El aeropuerto de BCN cuenta actualmente con dos conexiones ferroviarias mediante servicios locales metropolitanos y suburbanos que analizaremos a continuación.

##### 6.3.1.1 Cercanías

La conexión ferroviaria se inauguró el año 1975 tras construirse una variante en ramal de 6'7 km en vía única después de la estación de *El Prat de Llobregat* (fig. 6.10). El ramal se bifurca a partir de la línea 2, la cuál conecta Barcelona con el sur de Cataluña.

Actualmente la línea *R2 Nord* es la que conecta el centro de Barcelona (*Passeig de Gràcia*) con el aeropuerto en un tiempo de 26'. La frecuencia de paso es de un tren cada 30' para cada sentido de circulación y el trayecto se realiza con 2 paradas intermedias antes de alcanzar la T2 del aeropuerto (*Bellvitge* y *el Prat de Llobregat*). El precio del billete simple de ida es de 4,10 €.

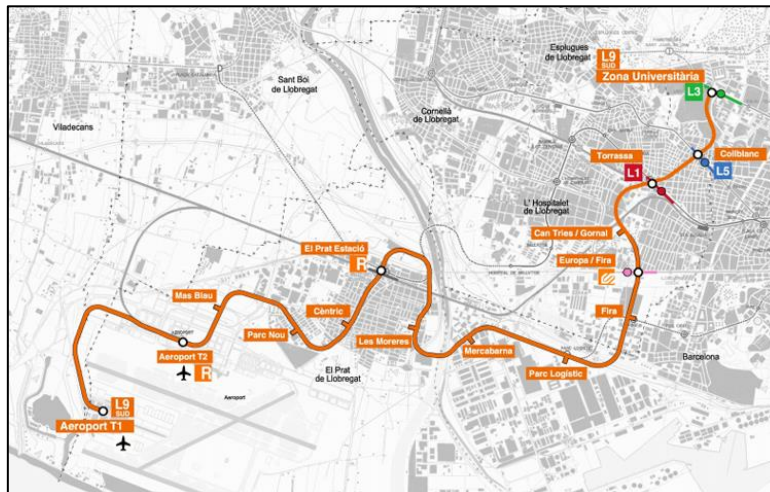
La estación ferroviaria en *cul-de-sac*, situada en frente de la T2, dispone de dos vías y dos plataformas. Para acceder a la terminal, hay una pasarela peatonal cubierta y elevada que comunica la estación con la T2.



**Figura 6.10** Trazado de la actual línea ferroviaria de cercanías que conecta la ciudad de Barcelona con el aeropuerto del Prat. Fuente: Adaptación de [www.conbilletedevuelta.com](http://www.conbilletedevuelta.com)

### 6.3.1.2 Metro

La línea 9 de la red de metro de Barcelona, conecta la ciudad con el aeropuerto desde el 12 de febrero del 2016, aunque la previsión era que entrase en servicio el año 2007. Existen dos paradas de la línea en el aeropuerto, una en cada terminal (figura 6.11).



**Figura 6.11** Esquema de la conexión en metro al aeropuerto de Barcelona. Fuente: [www.gencat.cat](http://www.gencat.cat)

La estación de metro que sirve a la T2 se llama *Aeroport-T2* y tiene su entrada cerca de la estación de tren, al exterior de la terminal. La parada de la T1 se llama *Aeroport-T1* y se encuentra en el interior de la terminal, concretamente en la planta baja.

Actualmente la L9 no está finalizada en su totalidad y transitoriamente sólo se puede circular del aeropuerto hasta la parada de *Zona Universitària* en un tiempo de 32' (fig. 6.11). El tramo actual de 20 km consiste en 15 estaciones y se denomina *L9 Sud*. Los trenes circulan a una velocidad comercial de 37 km/h y con una frecuencia de 7', con la posibilidad de reducir el intervalo a menos de 4' entre ciertas estaciones cuando se produzcan grandes demandas de movilidad.

El billete válido para un único viaje al aeropuerto desde cualquier estación de la red de metro o bien para ir desde el aeropuerto hasta cualquier estación de metro de Barcelona, es de 4,50€. Los billetes sencillos de metro y las tarjetas T-10 no son válidos. La previsión es que unas 23 millones de personas al año utilicen este tramo de la L9.

### 6.3.1.3 Futura conexión lanzadera

Este proyecto, proyectado en 1998 y adjudicado en abril del año 2010, conectará el centro de Barcelona con la T1 del aeropuerto en un tiempo de 26' (figura 6.12) y sustituirá la conexión actual de cercanías que sólo llega hasta la T2. Las obras empezaron el verano del 2015, fruto de la colaboración entre Fomento y la Generalitat de Catalunya, después de estar el proyecto 5 años parado. Se prevé que la lanzadera entre en servicio el año 2018.



**Figura 6.12** Recorrido y tiempos de trayecto de la futura conexión lanzadera. Fuente: Generalitat de Catalunya

Para la realización de la futura conexión ferroviaria, se aprovechará el trazado de la línea Barcelona-Tarragona hasta la estación de *El Prat de Llobregat*. A partir de esta estación, se construirá una nueva variante de 4,5 km en ramal de ancho ibérico en doble vía hacia el aeropuerto pasando por la T2 y finalizando en *cul-de-sac* en la nueva T1 (figura 6.13).

Con un presupuesto de unos 270 millones de euros, se realizará el ramal hacia el aeropuerto y las dos estaciones que servirán a cada una de las dos terminales. El trazado discurrirá durante 1,1 km en superficie y durante los restantes 3,4 km de manera soterrada, para ello, se construirán 2,8 km en una tuneladora de escudo de presión de tierras y 0,6 km a tramos entre pantallas. El túnel, con un diámetro de 10,6 m, tendrá una longitud de 1,36 km en su primer tramo hasta la estación intermodal en la T2 y una longitud de 1,44 km desde la T2 hasta la T1, discurriendo por debajo de las pistas (fig. 6.13).

Como se observa en la figura 6.12, los trenes circularán con una frecuencia de 15' a diferencia de los 30' que existen actualmente. La obra será financiada de manera privada por una empresa ferroviaria que prestará el servicio, pagará la mayor parte de las obras y explotará la línea, de manera que el precio del billete tendrá un recargo. Se calcula que el precio sería hasta un máximo de 6,15 euros y los trabajadores del aeropuerto no pagarían ningún coste adicional.



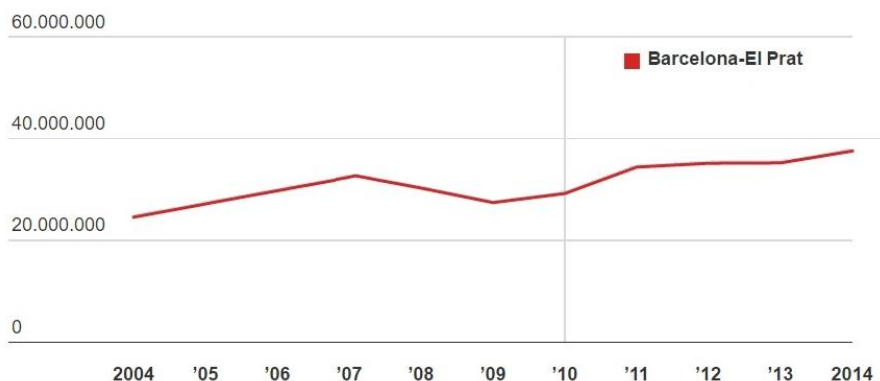
**Figura 6.13** Conexión ferroviaria de la futura lanzadera con el aeropuerto de Barcelona.

Fuente: [www.elperiodico.com](http://www.elperiodico.com)

### 6.3.2 Cuotas de mercado

En este apartado podemos observar (tabla 6.3), las cuotas de mercado de los diferentes modos de acceso al aeropuerto de Barcelona. Vemos que la tendencia del ferrocarril se ha mantenido de media alrededor del 14% de cuota de mercado.

En la figura 6.14, tenemos la evolución del tráfico de pasajeros desde el año 2004 hasta el 2014. A partir del año 2007 el tráfico disminuyó a causa de la crisis económica; a partir del año 2009, con la entrada en servicio de la T1 y con el auge de las aerolíneas de bajo coste, el tráfico aumentó considerablemente y ha seguido aumentando hasta el día de hoy. Es importante mencionar, que en el año 2015, el 60% del tráfico total generado por el aeropuerto barcelonés correspondió a tres compañías aéreas de bajo coste: *Ryanair*, *Vueling* y *EasyJet*. Los últimos datos, muestran un crecimiento anual de media del 6% desde el año 2013.



**Figura 6.14** Evolución del tráfico anual de pasajeros en el aeropuerto de BCN. Fuente:

Adaptación de [www.lavanguardia.es](http://www.lavanguardia.es)



De esta manera, la cuota de mercado se ha mantenido más o menos constante, independientemente del aumento del tráfico de viajeros experimentado a partir del año 2009.

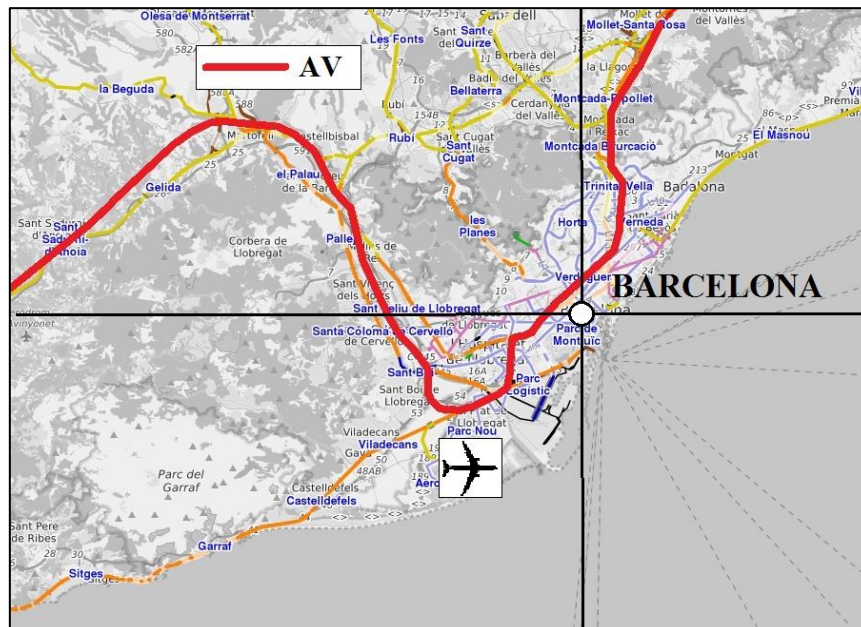
Por otro lado, según TMB, las primeras cifras del número de viajeros accediendo al aeropuerto mediante el metro, hablan de unos 4.000 usuarios de media al día. Multiplicando esta cifra por 365 días tenemos de media 1,46 millones de usuarios al año. De la misma manera, teniendo en cuenta el crecimiento anual del 6% mencionado anteriormente, tendríamos un tráfico anual de 42 millones para el año 2016. Por lo tanto, de manera muy aproximada, el metro representaría una **cuota de mercado del 3,5%**.

Año	Coche privado	Coche alquiler	Taxi	Autobús público	Transporte hotel	Ferrocarril
2007	26,9%	2,9 %	41,6	11,1%	5,1%	12,2%
2009	26,4%	3,2 %	33,5	16,1%	4%	16,6%
2010	26,6%	2,4%	34,6%	19,1%	4,7%	12,4%
2011	24,8%	3,5%	32,5%	19,8%	5,5%	13,6%
2012	-	-	-	-	-	14%

**Tabla 6.3** Distribución modal de acceso al aeropuerto del Prat en función del año. Fuente: Elaboración propia a partir de diferentes fuentes

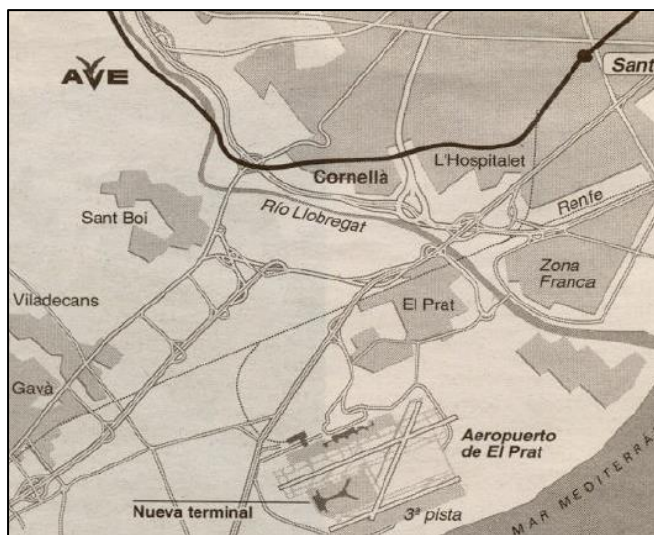
### 6.3.3 Línea de AV Madrid-Barcelona a su paso por el aeropuerto de El Prat

Actualmente el trazado de la línea de AV Madrid-Barcelona a su paso por el aeropuerto de El Prat se puede visualizar en la figura 6.15. Como vimos en el capítulo 5, cuando se decide construir una nueva línea de AV, será factible conectarla con un aeropuerto dado si discurre por el mismo cuadrante donde se encuentra el aeropuerto, tomando como centro de los ejes de referencia la ciudad que sirve el aeropuerto en cuestión.



**Figura 6.15** Trazado final de la línea de AV Madrid-Barcelona a su paso por el aeropuerto y la ciudad de Barcelona. Fuente: Adaptación de [www.openrailwaymap.org](http://www.openrailwaymap.org)

En la figura 6.15 podemos visualizar los ejes de referencia y vemos como la línea ferroviaria en rojo, antes de entrar en la ciudad de Barcelona, discurre por el mismo cuadrante que el aeropuerto. Por lo tanto, hubiese sido factible, desde el punto de vista práctico, conectar la línea de AV con el aeropuerto de El Prat, aunque finalmente no se implementó dicha conexión. Antes de implementar la solución final, se estudiaron las posibles alternativas consideradas, reflejadas en las figuras 6.16, 6.17 y 6.18.



Originalmente, la escasa distancia física existente entre el itinerario más corto hacia la estación de Barcelona-Sants, y el aeropuerto (fig. 6.16), motivó el interés por analizar la pertinencia de hacer pasar la línea de AV por el aeropuerto del Prat.

**Figura 6.16** Alternativa 1 considerada para el acceso a Barcelona de la línea de AV. Fuente: LÓPEZ PITA, 2003

La alternativa 2, denominada “solución bucle”, presentaba importantes limitaciones operacionales a causa de las características geométricas del tramo de enlace con el aeropuerto. Se dificultaba, de este modo, la funcionalidad de la conexión intermodal entre el ferrocarril y la aviación.

La tercera alternativa de las variantes consideradas, correspondía a una formulación denominada de “paso directo”. Es decir, de forma análoga a como sucede en los aeropuertos de París-Charles de Gaulle y de Frankfurt, analizados en el capítulo 3, entre otros, todos los trenes de AV tendrían la posibilidad física de parar en el aeropuerto.



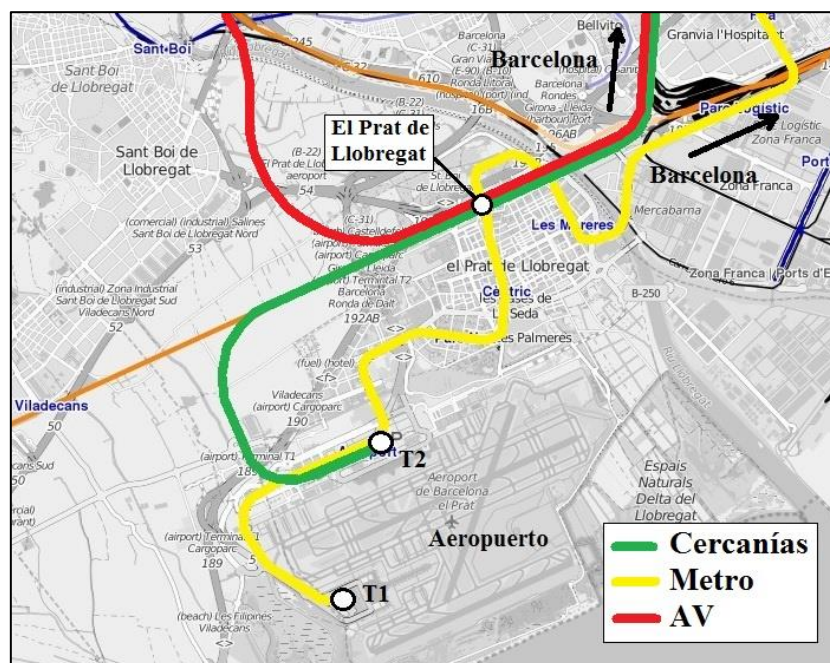
**Figura 6.17** Alternativa 2 “solución bucle” considerada para el acceso al aeropuerto de la línea de AV. Fuente: LÓPEZ PITA, 2003



**Figura 6.18** Alternativa 3 “paso directo” considerada para el acceso al aeropuerto de la línea de AV. Fuente: LÓPEZ PITA, 2003

La solución finalmente adoptada (fig. 6.19) por las instituciones públicas correspondientes, puede considerarse como intermedia entre la alternativa más directa a la estación de Sants (fig. 6.16) y la variante que hacía discurrir la vía principal por el aeropuerto (fig. 6.18).

Como se puede observar en el esquema de la fig. 6.19, la actual estación del Prat, es un gran centro intermodal, aunque finalmente los servicios AVE de AV no realizan parada en esta estación y siguen su recorrido hasta la estación de Sants. La idea era que la futura lanzadera permitiese el acceso al aeropuerto a los viajeros procedentes en el tren de AV que se bajasen en la estación de *El Prat de Llobregat*. Aunque como comentaremos en las conclusiones, la solución final fue la más idónea y la conexión ferroviaria de AV al aeropuerto de El Prat hubiese sido un fracaso.



**Figura 6.19** Conexiones actuales con el aeropuerto de BCN y trazado final de la línea de AV Madrid-Barcelona a su paso por el aeropuerto. Fuente: Adaptación de [www.openrailwaymap.org](http://www.openrailwaymap.org)

## 7. Conclusiones

---

La experiencia analizada en los capítulos precedentes acerca de la accesibilidad a los aeropuertos europeos por ferrocarril, nos permite obtener una serie de conclusiones que explicaremos de manera clara, simple y detallada en este apartado. Hemos considerado oportuno separar las conclusiones de las recomendaciones y comentar estas las últimas en el siguiente apartado, con el objetivo de facilitar y simplificar la comprensión del trabajo al lector, aunque ambas estén estrechamente ligadas.

### 7.1 ACCESO A LOS AEROPUERTOS POR FERROCARRIL

#### 1) Comportamiento del pasajero

Hemos visto que la accesibilidad al aeropuerto y la oferta y calidad de los modos de transporte de acceso, juega un papel muy importante para el viajero a la hora de escoger el aeropuerto de salida/llegada. Por lo tanto, para que un aeropuerto resulte competitivo, debe de tener una amplia oferta de accesos y de gran calidad, en especial de transporte público.

A su vez, el tipo de transporte escogido, dependerá del tipo de viajero y de las condiciones de acceso de cada aeropuerto en particular. Un viajero turista se decantará más por el transporte público y el viajero de negocios por el transporte privado, en especial el taxi. Por lo tanto, el comportamiento del viajero es un factor muy importante a la hora de planificar una posible conexión ferroviaria con un aeropuerto determinado. Como hemos visto en el caso práctico de *Heathrow*, los errores pueden ser muy importantes si no se tiene en consideración este factor, y más cuando se trata de una inversión de muchos millones de euros.

#### 2) Cuotas de mercado

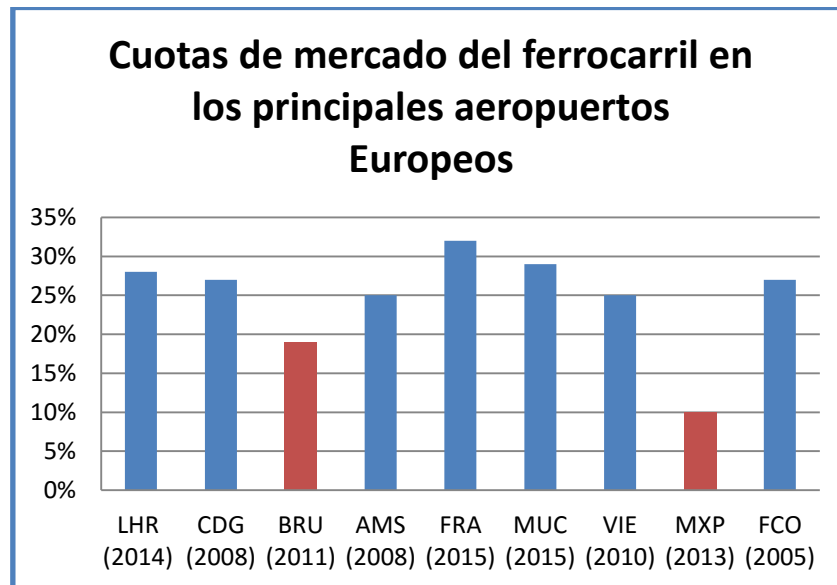
Las cuotas de mercado de acceso a los principales aeropuertos siguen mostrando una tendencia elevada respecto al uso del transporte privado. Los aeropuertos de las ciudades europeas más importantes, muestran valores comprendidos entre el 50-80% de cuota de mercado. Esto provoca altos niveles de congestión en la red viaria de acceso, sobre todo en las áreas metropolitanas de las grandes ciudades.

Se debe de potenciar e incentivar el uso del transporte público para acceder a los aeropuertos, y en particular el del ferrocarril, ya que el uso del autobús también tiende a saturar las redes viarias junto al uso del vehículo privado.

Por lo tanto, el uso del ferrocarril para acceder al aeropuerto es una solución para aliviar la congestión de tráfico y reducir la emisión de gases, de esta manera, se promueve la movilidad sostenible. Los gobiernos actuales, tienen como objetivo alcanzar cuotas de mercado del 50% en el uso del transporte público para acceder a los aeropuertos. Consideramos que a partir del 20% de usuarios que accedan al aeropuerto en ferrocarril, tenemos una cuota de mercado aceptable. A partir de un 25%, consideraremos que la cuota es buena, y a partir del 30% muy buena. Este último valor, implicaría que uno de cada tres viajeros que accedan al aeropuerto, lo haría en ferrocarril.



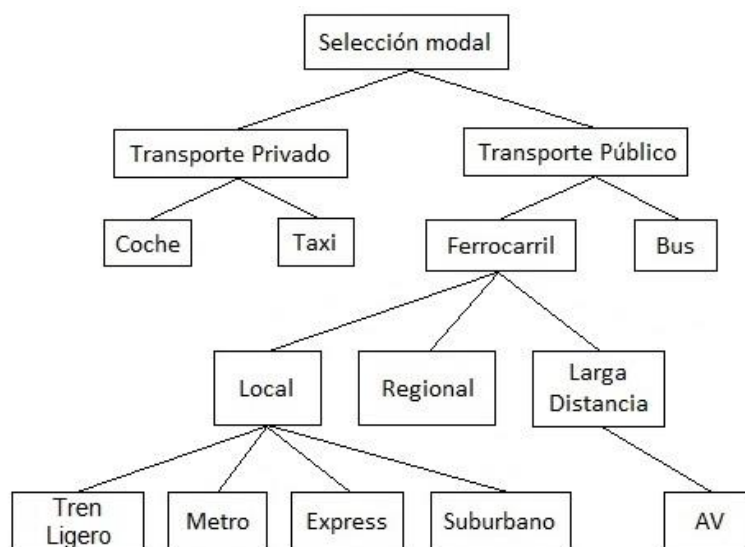
En la figura 7.1 podemos observar las cuotas de mercado del ferrocarril de los aeropuertos analizados en el CAPÍTULO 3 y vemos que exceptuando el de Bruselas y el de Milán, todos tienen una cuota igual o superior a los 25 puntos.



**Figura 7.1** Cuotas de mercado del ferrocarril en los aeropuertos analizados. Fuente: Elaboración propia a partir de diferentes fuentes

### 3) Modos de acceso

Se puede acceder a un aeropuerto en transporte público mediante autobús o ferrocarril, o en transporte privado mediante el uso del coche o el taxi. En la figura 7.2 podemos ver los diferentes modos y en particular, los diferentes servicios ferroviarios con los que se puede acceder a un aeropuerto.



**Figura 7.2** Modos de acceso a un aeropuerto. Fuente: elaboración propia



De manera resumida, podemos describir las ventajas e inconvenientes del ferrocarril como modo de transporte para acceder a un aeropuerto determinado:

#### Ventajas

- Permite un acceso rápido y eficaz a los aeropuertos en un tiempo competitivo
- Bajo coste para los usuarios en comparación con el coche o el taxi
- Independencia de la red de congestión, sin verse afectado por los atascos típicos a través de las áreas metropolitanas de las principales ciudades europeas
- Ofrece una gran capacidad de transporte y una alta regularidad
- Permite extender el área de influencia y captación del aeropuerto

#### Inconvenientes

- Rutas de acceso rígidas al discurrir sobre un trazado fijo
- Confort de viaje medio
- Posibilidad de falta de espacios habilitados especialmente para depositar el equipaje
- Puede ser muy incómodo si parte del trayecto se comparte con gente que se desplaza a la ciudad cada día a trabajar/estudiar, especialmente en horas punta.

#### 4) Conexiones ferroviarias

En la tabla 7.1, de manera clara y sencilla, tenemos todos los diferentes tipos de servicios ferroviarios que pueden conectar un aeropuerto con sus ventajas e inconvenientes.

Servicio ferroviario	Ventajas	Inconvenientes
Tren ligero	Poca inversión, barato	Sólo es óptimo utilizarlo en casos muy concretos, lento, paradas intermedias, incómodos
Metro	Rápido, alta frecuencia, alta capacidad, barato	Gran inversión, uso compartido del servicio con usuarios del día a día de la ciudad/área metropolitana, gran número de paradas intermedias, incómodos
Dedicado	Directo, rápido, interior habilitado para viajeros aéreos, cómodo, sólo viajeros aéreos, cómodos	Precio elevado, poca frecuencia
Cercanías	Alta frecuencia, rápido, barato	Paradas intermedias, uso compartido con usuarios del día a día que viajan a la ciudad a trabajar/estudiar, incómodos
Regional	Rápido, pocas paradas intermedias, aumento área de captación e influencia del aeropuerto, cómodos	Caro, acceso desde pequeños pueblos que no disponen de parada, poca frecuencia
AV y larga distancia	Muy rápido, cómodo, puede sustituir a vuelos de corto alcance, pocas paradas, alta capacidad, aumento área de captación e influencia del aeropuerto	Muy caro, poca frecuencia

**Tabla 7.1** Ventajas e inconvenientes de los diferentes tipos de servicios ferroviarios que pueden conectar un aeropuerto. Fuente: Elaboración propia

No existe ninguna normativa que estipule estrictamente cuando hay que conectar un aeropuerto con un servicio ferroviario determinado o con otro. Depende de cada situación y de cada aeropuerto en particular, así como de sus características. El servicio que se implante finalmente debe ser el que mejor se adapte a nuestras necesidades y debe estar debidamente justificado, aunque sí que hay ciertos aspectos que se pueden tener en consideración después de los accesos estudiados en el capítulo 3:

- Para conectar el aeropuerto con el centro de la ciudad normalmente se optará por un servicio ferroviario local
- Para conectar el aeropuerto con poblaciones fuera del área metropolitana de la ciudad, se optará por un servicio de tren suburbano o cercanías
- Una conexión mediante tren ligero se optará cuando el aeropuerto esté situado dentro de la misma ciudad, muy cerca del centro, y con acceso por carretera complicado, como es el caso del aeropuerto de London City en Londres
- Se optará por una conexión mediante un servicio dedicado cuando ya exista otra conexión previa mediante otro servicio ferroviario en el aeropuerto. Esto es debido a que si hubiese solo una conexión mediante un servicio dedicado, tendría en general muy poca cuota de mercado debido al precio y basándonos a la experiencia analizada en el trabajo (Heathrow Express)

Por otro lado, en la tabla 7.2, tenemos los diferentes tipos de conexiones según la ubicación de la estación y según el trazado ferroviario de acceso al aeropuerto, obtenidos a partir del estudio realizado en el capítulo 3 en los diferentes aeropuertos europeos. En este caso, tampoco existe ninguna norma que estrictamente nos diga cuando realizar un tipo de conexión u otro. De la misma manera que antes, podemos concluir que siempre se deseará establecer una conexión directa para que complementariedad entre ambos modos de transporte sea lo más rápida, continua y eficaz posible. También será siempre más positivo desde el punto de vista de la explotación comercial, que la conexión se realice de manera continua mediante una conexión con pasante, y en particular instertada en la línea general.

Conexión según estación		Conexión según trazado			
Directa	No directa	Pasante		Cul-de-sac	
		Vía general	Variante		Final Ramal
			Anillo	Antena	

**Tabla 7.2** Tipos de conexiones según la ubicación de la estación y según el trazado ferroviario de acceso. Fuente: Elaboración propia

## 7.2 CONCLUSIONES AEROPUERTO DE MADRID-BARAJAS

En este apartado comentaremos detalladamente las conclusiones que podemos sacar de la situación actual del aeropuerto de MAD y de las futuras actuaciones previstas, en relación a los accesos ferroviarios.

Podemos observar que con la primera conexión de metro el año 1999, la cuota de mercado era de 14 puntos para el año 2005, bastante baja por los 43 millones que gestionaba aproximadamente entonces. Aunque tenga un carácter exprés, el precio es bastante caro y finaliza en Nuevos Ministerios, que es la zona financiera de Madrid. Para acceder al centro se debe de cambiar de línea en la última parada, hecho que es molesto para los viajeros que quieran desplazarse a los centros provenientes del aeropuerto, especialmente si llevan mucho equipaje. La línea debería llegar hasta el centro de manera directa, aunque positivamente hablando, cabe destacar que el metro conecta todas las terminales.

La conexión mediante el servicio de Cercanías es muy buena, especialmente desde la introducción del servicio lanzadera el año pasado. En 20' se accede del aeropuerto al mismo centro de Madrid de forma directa con un precio de 2,60 euros, aunque sólo llega a la terminal 4.

Respecto a la posible conexión del aeropuerto con la red de AV española, creemos que ha sido una muy buena decisión rechazar el proyecto, por varios motivos:

- La elevada inversión de unos 800 millones de euros
- Barajas ya está muy bien comunicado ferroviariamente con la red de metro y la línea C1 del Cercanías, ahora con un servicio lanzadera
- La línea, como hemos comentado en el capítulo 6, tendría que ser explotada de manera mixta por los servicios de Cercanías y los de AV, con los posibles problemas que podría conllevar
- Los trenes de AV alcanzarían sólo la T4 en *cul-de-sac*
- Un tren de AV procedente del norte de España, tendría que parar primero en Chamartín para invertir la marcha y dirigirse a Barajas. En la operación completa (Chamartín-Barajas-Chamartín) se perderían más de 30', una gran pérdida de activos para la operadora si se tiene en cuenta que en ese tiempo un tren puede viajar a Segovia. Según algunas fuentes del sector ferroviario, esa operación sería comparable a obligar a los aviones con salida o llegada en Barajas a que hiciesen escala en el cercano aeropuerto de Torrejón.

Para solucionar el problema de los viajeros del AVE, el gobierno ha construido en la estación de Atocha, una nueva pasarela y un ascensor que favorecen la conexión directa entre la terminal de llegadas de la estación y las lanzaderas de Renfe hacia el aeropuerto. Con una inversión de 850.000 euros, se potenciará un sistema intermodal al facilitar y agilizar el cambio de trenes. También resulta importante comentar que se han sincronizado las salidas de las lanzaderas con el horario de llegada de los AVE y que los usuarios de estos últimos tendrán el servicio lanzadera gratuito.

### 7.3 CONCLUSIONES AEROPUERTO DE BARCELONA-EL PRAT

En este apartado comentaremos detalladamente las conclusiones que podemos sacar de la situación actual del aeropuerto de BCN y de las futuras actuaciones previstas, en relación a los accesos ferroviarios.

Como veremos a continuación, el aeropuerto de El Prat tiene unas conexiones ferroviarias deficientes, y aún más considerando que es el décimo aeropuerto con más volumen de tráfico de pasajeros de toda Europa. Aunque haya mejorado la situación con la llegada de la nueva L9 de metro desde el pasado mes de febrero, personalmente, tampoco sigue bien comunicado.

#### Conexión de cercanías

Actualmente, el acceso ferroviario de cercanías, como comentamos en el capítulo 6, sólo llega hasta la T2 con un 14% de cuota de mercado, valor bastante bajo y que debería de llegar como mínimo a los 20 puntos. Es importante mencionar que la T1 absorbe un 65% del tráfico anual y el 35% restante la T2 (2012).

Por experiencia, se trata de una muy mala conexión por varios motivos:

- No llega a la T1, principal terminal del aeropuerto
- Para en demasiadas estaciones intermedias
- Poca frecuencia de trenes (cada 30')
- Mal señalizada en las estaciones de salida de Sants y Passeig de Gràcia
- Variante en ramal de vía única
- Precio de 4,50 euros, excesivamente caro

Para acceder a la T1, salen autobuses lanzadera de la T2 cada 5' en ambos sentidos con un tiempo de trayecto de unos 10' entre terminales.

#### Conexión de metro

Esta conexión, permite conectar la ciudad de Barcelona con las dos terminales del aeropuerto. Las previsiones son que la utilicen entre 5-6 millones viajeros anuales durante los primeros años y 9 millones viajeros al año en 25 años.

Personalmente, la L9 puede ser factible a través del centro de Barcelona y las zonas de la periferia, pero no es suficientemente factible conectando el aeropuerto, al no cubrir de manera correcta las necesidades de la mayor parte de los usuarios. Para acceder al centro de Barcelona, por un precio de 4,50 euros, el tiempo de trayecto es de aproximadamente de 1h y es necesario hacer un transbordo. Este hecho no tiene sentido, más tratándose de una ciudad muy turística donde una familia que llegue con varias maletas, deberá cargarlas en el metro, y cambiar de línea con todo el equipaje.

#### Futura conexión lanzadera

La decisión de implementar finalmente este servicio lanzadera, es debido a la mala conectividad ferroviaria del aeropuerto actualmente. Este hecho, pone en riesgo la competitividad del aeropuerto y su conectividad con la ciudad de BCN. Es muy importante reforzar el peso del transporte público desde el punto de vista sostenible, en especial el del ferrocarril.

Las previsiones apuntan a que 8,6 millones de pasajeros al año lo utilicen, representando un 24% de cuota de mercado, valor definitivamente bueno para un aeropuerto de las características del de Barcelona-El Prat.

El tiempo de trayecto desde la estación de Sants se verá reducido de 22' a 16'.

Este proyecto, en construcción actualmente, era de carácter urgente por diversas razones:

- El aeropuerto debe de estar conectado potentemente con su hinterland, que en este caso es el centro de la ciudad, su área metropolitana y el resto del país a partir de la estación de Sants (donde paran todos los trenes de cercanías, regionales y los de AV)
- El tren es el camino más rápido al centro de Barcelona
- El tren tiene mayor capacidad que los autobuses y es más sostenible si se consigue una ocupación aceptable, como en este caso. A su vez, no está sujeto a posibles interferencias con la circulación rodada, factor muy importante de cara a la fiabilidad del viajero cuando tiene que coger un avión
- La obra se financiará con un sobreprecio en los billetes, que debería de ser únicamente en los billetes sencillos que afectan a los viajeros esporádicos, y no a los abonos utilizados por los trabajadores que diariamente se desplazan al aeropuerto. Este sobreprecio podría ser superior a los 4 €, pero comparando con las ciudades vistas en el capítulo 3, estamos en un valor aceptable.

Desde aquí proponemos también que ciertos servicios ferroviarios de media distancia procedentes del Sur de Catalunya, tengan parada en la estación intermodal de El Prat. Actualmente ninguno de estos servicios tiene parada en la estación. De esta manera se podrá acceder al aeropuerto más rápidamente y se evitará tener que ir hasta la estación de Sants para volver a coger otro tren en el sentido contrario hacia el aeropuerto.

### **Conexión AV**

Como comentamos en el capítulo 5, fue una muy buena decisión el no conectar la línea Madrid-Barcelona con el aeropuerto del Prat. Esto es debido a varios motivos:

- La complementariedad avión-AV sólo tiene sentido para vuelos de largo radio, es decir, para tráfico intercontinental. El aeropuerto de El Prat cuenta con un 8% del tráfico internacional, valor muy pequeño comparado con el 38% del aeropuerto de Madrid-Barajas.
- Se tiene, como siempre, analizar el corredor en su conjunto. El corredor Madrid-Barcelona se vería afectado desde el punto de vista comercial, es decir, al añadir una parada más en el trayecto entre las dos ciudades, se vería afectado el corredor en su conjunto al aumentar el tiempo total, especialmente para los usuarios que no parasen en el aeropuerto.
- El ferrocarril de AV perdería competitividad respecto al avión en la ruta Barcelona-Madrid
- En referencia a la complementariedad AV-avión, los pasajeros aéreos de Madrid ya disponen de un aeropuerto más grande y con más oferta de vuelos que el de Barcelona para realizar viajes internacionales, por lo tanto no necesitarían ir al aeropuerto de Barcelona en el tren de AV. Los viajeros aéreos de Barcelona ya tienen otras ofertas de transporte para acceder al aeropuerto.



## 8. Recomendaciones

---

El objetivo de este último apartado, es mostrar a través de la experiencia analizada en todo el trabajo, una serie de recomendaciones para cuando se estudie implementar una conexión ferroviaria en un aeropuerto dado. Es importante recordar que cada aeropuerto es diferente y que estas recomendaciones no se deben extrapolar y utilizar de manera estricta para cualquier conexión ferroviaria. Simplemente sirven para tener una idea intuitiva.

### **Planificación de una conexión ferroviaria de cualquier tipo**

- Hacer un estudio de alternativas con los diferentes trazados posibles y estudiar cada alternativa con detalle con todos sus costes, beneficios, impacto ambiental, etc.
- Analizar las necesidades de cada caso particular y escoger siempre la opción que mejor se adapte a nuestras necesidades
- Analizar y tener en cuenta **SIEMPRE** el corredor en su conjunto, aunque el proyecto sea a nivel local
- Respecto al tipo de conexión a realizar según el trazado de acceso, cada aeropuerto es un caso particular y habrá que adaptarse a ello. Entonces, para decidir qué tipo de trazado será el óptimo para la conexión, deberemos de tener en cuenta varios factores:
  - Tipo de servicio ferroviario que se implemente
  - Posición relativa del aeropuerto respecto la ciudad y orografía del terreno
  - Presencia de otras líneas ferroviarias cercanas, con la posibilidad de conectar el aeropuerto a través de una variante a partir de una línea existente
  - Número de terminales y su posición relativa
  - Cuál es el objetivo de la conexión
- Antes de implementar la conexión, estudiar el aeropuerto a nivel de cuotas de mercado, tráfico anual, número de viajeros en tránsito, tipo de pasajeros, % de vuelos internacionales, etc.
- Muy importante tener en cuenta el comportamiento del pasajero. Basarse en la experiencia. Por mucho que una conexión ferroviaria sea moderna y rápida, no sirve de nada si es muy cara y/o si se deja muy lejos del centro de la ciudad, como en la L9 del aeropuerto de Barcelona. Por norma general los turistas suelen optar por el transporte público y los viajeros de negocios por el taxi o coche privado. A la hora de planificar una conexión, siempre debemos intentar meternos en la piel del viajero.
- Siempre intentar realizar una conexión directa con la estación situada dentro de la terminal para facilitar el desplazamiento al usuario y para convertir de forma práctica, los términos estaciones ferroviarias y terminales aeroportuarias en un concepto único
- Situar la estación lo más cerca posible de las zonas de más demanda de pasajeros, como es la zona de facturación de la terminal
- Estudiar si realmente existe una necesidad objetiva que justifique la conexión con el aeropuerto y el trazado final de la línea

- 3 millones de pasajeros aéreos al año, es un orden de magnitud a partir del cual es factible conectar ferroviariamente un aeropuerto

#### **Decisión de implementar una conexión ferroviaria de AV**

Para determinar si es apropiado o no que una línea de AV sirva a un aeropuerto dado, se deben de tener en cuenta los siguientes factores:

- Tamaño del aeropuerto en % de pasajeros intercontinentales
- La complementariedad AV-avión sólo tiene sentido para vuelos intercontinentales de largo alcance
- Ubicación del aeropuerto
- Tiempos de viaje de la línea de AV desde el aeropuerto hasta las principales ciudades que conecte la línea. Si el tiempo excede de 3'5 h, no resultara atractiva la oferta ferroviaria, y los pasajeros procedentes de vuelos intercontinentales preferirán conectar con otro vuelo doméstico en vez de utilizar el tren de AV
- Grado de congestión del aeropuerto. Para aeropuertos operando al límite de su capacidad y/o con problemas medioambientales por generación de ruido y emisión de gases, la implementación de una conexión mediante servicios de AV es una buena opción al sustituirse vuelos de corto alcance por trenes de AV. Como consecuencia, se liberarán slots que podrán ser utilizados por nuevas rutas aéreas intercontinentales.

#### **Planificación de una conexión ferroviaria de AV**

- La línea y la conexión deben de ser atractivas desde el punto de vista comercial, es decir, el servicio de AV debe atraer un número mínimo de viajeros del avión al ferrocarril de para que este último sea suficientemente competitivo con el avión. A su vez, hay que compatibilizar los objetivos comerciales con las prestaciones técnicas (características geométricas)
- A nivel técnico, escoger siempre los radios mínimos en planta más grandes posibles en los aeropuertos, siempre que la inversión económica lo permita, ya que de aquí 50-75 años no se sabrá qué tipo de ferrocarril existirá. Un orden de magnitud para proyecto sería  $R_{min} = 4000$  m, el cual permite una circulación de los servicios a 300 km/h. No obstante, se puede optar por radios más bajos con justificación y de manera excepcional en los aeropuertos, como en el caso de CDG donde los  $R_{min}$  oscilan entre 2.200-3.350 m.
- Para relaciones cortas como podría ser Colonia-Frankfurt (191 km), no hay que competir con el tiempo, hay que competir con el aumento del número de frecuencia de trenes de AV para poder competir con el avión. Es importante destacar que la disminución del tiempo de viaje no es proporcional a la captación del número de pasajeros.
- Los órdenes de magnitud de los costes relacionados con la construcción de una nueva línea de AV y conectarla al aeropuerto son:
  - Coste de construcción de 20 millones de €/km de línea de AV
  - Coste de mantenimiento anual de 100.000 €/km de línea de AV
  - Coste de construcción de 50-150 millones de € de una estación de AV en un aeropuerto

- Si se decide que la línea de AV sirva el centro de la ciudad y el aeropuerto, se debe tener en cuenta:

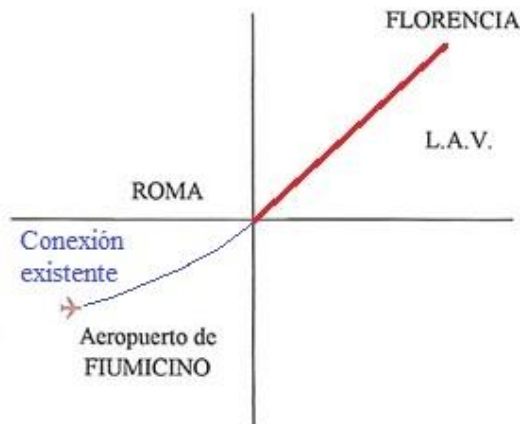
- Muchas estaciones de AV en una misma ciudad es muy bueno desde el punto de vista de la accesibilidad y de la intermodalidad con otros sistemas de transporte
  - Cada parada de un tren de AV supone entre 7-10 min de pérdida de tiempo
  - En las entradas a las ciudades, pueden producirse cuellos de botella y perder todo el tiempo ganado debido a que las velocidades se ven reducidas. Para solucionar este problema se puede optar por realizar un *by-pass* para que algunos servicios no paren en el centro
  - Mirar cómo puede afectar comercialmente en los desplazamientos, a nivel global del corredor, el hecho de hacer pasar una línea por el centro de una ciudad
- A la hora de proyectar una conexión de AV, realizarla mediante pasante, ya sea por vía general o por variante, ya que al ofrece un mayor número de trenes con parada en el aeropuerto
- Necesidad de un sistema integrado siempre que se pueda
- Sólo con la integración de la infraestructura aérea-férrea en un concepto único, no es suficiente para garantizar un mayor y mejor intercambio modal. Los servicios de cada modo, tienen que estar también integrados para asegurar la misma continuidad que se consigue haciendo escala con un vuelo de conexión, especialmente para servicios de AV
  - El sistema integrado debe ofrecer al cliente un completo servicio de facturación de equipaje desde la salida a la llegada. Solución: establecer quioscos de facturación en las estaciones de ferrocarril, desarrollar procesos rápidos y eficientes para el equipajes, definir unos procedimientos de gestión en situaciones adversas (retrasos, accidentes..)
  - El sistema intermodal debe ofrecer un sistema unificado de billetes y de reserva de éstos, de manera que con un solo billete se pueda efectuar todo el viaje tren-avión

#### **Criterios de proyecto para una conexión ferroviaria de AV a partir de una conexión existente**

En este caso, a partir de una conexión existente con el aeropuerto mediante ferrocarril convencional se le da continuidad a los servicios de AV. Resulta conveniente implementarlo cuando se dan a la vez los siguientes factores:

- Existencia de una línea de AV que llega hasta el centro de la ciudad
- La ciudad es servida por un aeropuerto
- Existencia de una línea ferroviaria que conecte el centro con el aeropuerto y que sea apta para la circulación de servicios de AV. Esta línea podrá ser explotada de manera compartida por los servicios ferroviarios existentes hasta el momento y por los servicios de AV que se introduzcan
- El aeropuerto NO se encuentra en el mismo cuadrante de la línea de AV, tomando como centro de los ejes de referencia el de la ciudad considerada (fig. 8.1)
- La línea existente dispone de suficiente capacidad para seguir ofreciendo una oferta competitiva de servicios ferroviarios que conecten el aeropuerto

- Existencia de una necesidad objetiva que justifique la prolongación de los servicios de AV desde el centro hasta el aeropuerto

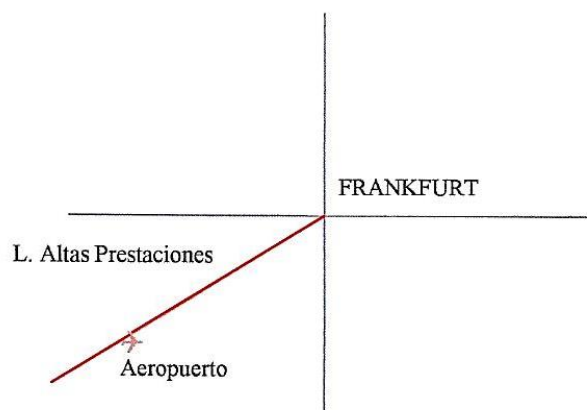


**Figura 8.1** Conexión de AV a partir de una conexión existente en Roma. Fuente: Adaptación de LÓPEZ PITA, 2003

**Criterios de proyecto para una conexión ferroviaria de AV a partir de una nueva línea de AV**

En este caso, se estudia si hacer pasar por un aeropuerto una nueva línea de AV. Resulta conveniente implementarlo, desde el punto de vista práctico, cuando se dan a la vez los siguientes factores (LÓPEZ PITA, 2003):

- Construcción de una futura línea de AV que llegará hasta el centro de la ciudad
- La ciudad es servida por un aeropuerto
- El aeropuerto se encuentra en el mismo cuadrante de la línea de AV, tomando como centro de los ejes de referencia el de la ciudad considerada (fig. 8.2)
- Existencia de una necesidad objetiva que justifique la prolongación de los servicios de AV desde el centro hasta el aeropuerto



**Figura 8.2** Conexión de AV a partir de la construcción de una nueva línea en la ciudad de Frankfurt Fuente: Adaptación de LÓPEZ PITA, 2003

# Referencias

---

## **Referencias sobre Londres**

Government UK, <[www.gov.uk](http://www.gov.uk) >

HEATHROW AIRPORT. (2013), *Heathrow – best placed for Britain*. June 2013.

<[http://www.heathrow.com/file\\_source/Company/Static/PDF/Communityandenvironment/best-placed-for-britain.pdf](http://www.heathrow.com/file_source/Company/Static/PDF/Communityandenvironment/best-placed-for-britain.pdf) >

Heathrow Airport, <[www.heathrow.com](http://www.heathrow.com) >

Heathrow Airport Guide, <[www.heathrow-airport-guide.co.uk](http://www.heathrow-airport-guide.co.uk) >

Heathrow Connect, <[www.heathrowconnect.com](http://www.heathrowconnect.com) >

Heathrow Express, <[www.heathrowexpress.com](http://www.heathrowexpress.com) >

ITC. (2014), *Surface Connectivity: assessing the merits of the Airports Commission's options for UK aviation*. Independent Transport Commission. October 2014.

<<http://www.theitc.org.uk/wp-content/uploads/2014/10/ITC-Airport-surface-connectivity-Oct-14.pdf> >

LONDON TRAVELWATCH. (2014), *Improving public transport access to London's airports*. September 2014. ISBN: 978-0-9511432-1-6

<[http://www.londontravelwatch.org.uk/documents/get\\_lob?id=3894&field=file](http://www.londontravelwatch.org.uk/documents/get_lob?id=3894&field=file) >

## **Referencias sobre París**

Aéroports de Paris, <[www.aeroportsdeparis.fr](http://www.aeroportsdeparis.fr) >

AÉROPORTS DE PARIS. *CDG EXPRESS. All the questions you might have about the future express link!* <<http://dataaddict.fr/mockups/adp/CDG-Express-en.pdf> >

*Enquêtes sur la complémentarité modale TGV/Avion* (2008 & 2011), Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie

<<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Enquetessur-la-complementarite.html> >

MENERAULT, P. & BARRÉ, A. (2005), *El TGV y la reorganización de los transportes ferroviarios en la región de Nord-Pas-de-Calais*. Ingeniería y territorio, 70, pp.28-33.

<<http://www.ciccp.es/revistaIT/textos/pdf/04-Philippe%20Menerault.pdf> >

Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie (France),

<<http://www.developpement-durable.gouv.fr/> >

Paris by train, <[www.parisbytrain.com](http://www.parisbytrain.com) >

Paris-Charles de Gaulle airport, <[www.easycdg.com](http://www.easycdg.com) >



### **Referencias sobre accesibilidad por Bruselas**

*Bam international*, <[www.baminternational.com](http://www.baminternational.com) >

*Belgian rail*, <[www.belgianrail.be](http://www.belgianrail.be) >

*Brussels airport*, <[www.brusselsairport.be](http://www.brusselsairport.be) >

CANTERS, R. (2012). *Diabolo improves seamless air-train network for Brussels National Airport, Belgium*. The Urban Mobility Portal. <[http://eltis.org/index.php?id=13&study\\_id=3418](http://eltis.org/index.php?id=13&study_id=3418) >

*Comisión Europea*, <[www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu) >

*Europe by train*, <[www.eurail.com](http://www.eurail.com) >

INFRABEL. (2009), *HSL, 300 kph on the Belgian rail. VOL.2. The history of a challenge*. <[http://www.infrabel.be/sites/default/files/legacy/documents/hsl\\_300\\_kph\\_on\\_the\\_belgian\\_rail\\_-\\_en\\_-\\_vol\\_2\\_47\\_mb\\_1.pdf](http://www.infrabel.be/sites/default/files/legacy/documents/hsl_300_kph_on_the_belgian_rail_-_en_-_vol_2_47_mb_1.pdf) >

*Railway pro communication platform*, <[www.railwaypro.com](http://www.railwaypro.com) >

*Railway technology*, <[www.railway-techology.com](http://www.railway-techology.com) >

*Société Nationale des Chemins de fer Belges*, <[www.sncb.be](http://www.sncb.be) >

*Société Nationale des Chemins de fer Belges Europe*, <[www.b-europe.com](http://www.b-europe.com) >

*The Belgian railway infrastructure manager*, <[www.infrabel.be](http://www.infrabel.be) >

VOKA. (2012), *Connectivity Airport 2 Company. Wat kan Diabolo betekenen voor uw bedrijf?* <[http://www.voka.be/media/1265132/connectivity\\_airport\\_2\\_company.pdf](http://www.voka.be/media/1265132/connectivity_airport_2_company.pdf) >

### **Referencias sobre accesibilidad por Ámsterdam**

*Guía de Ámsterdam*, <[www.iamsterdam.com](http://www.iamsterdam.com) >

HATCH, D. (2004), *Amsterdam Airport – The growing importance of rail Access*. Japan Railway & Transport review, 39. <[http://www.ejrcf.or.jp/jrtr/jrtr39/pdf/f18\\_hat.pdf](http://www.ejrcf.or.jp/jrtr/jrtr39/pdf/f18_hat.pdf) >

*Schiphol Amsterdam Airport*, <[www.schiphol.nl](http://www.schiphol.nl) >

### **Referencias sobre accesibilidad por Frankfurt**

*Deutsche Bahn*, <[www.bahn.de](http://www.bahn.de) >

*Frankfurt Airport*, <[www.frankfurt-airport.com](http://www.frankfurt-airport.com) >

FRAPORT. (2015), *By train to your plane. Conveniently get to the airport by rail*. Information brochure. February 2015.

FRAPORT. (2015), *2015 Facts and Figures on Frankfurt Airport*.

<[http://www.fraport.com/content/fraport/en/misc/binaer/press-center/publications/2015/2015-facts-and-figures-on-frankfurt-airport/jcr:content.file/facts-and-figures\\_2015.pdf](http://www.fraport.com/content/fraport/en/misc/binaer/press-center/publications/2015/2015-facts-and-figures-on-frankfurt-airport/jcr:content.file/facts-and-figures_2015.pdf) >

GRIMME, W. *Experiences with advanced air-rail passenger intermodality-the case of Germany*.

German Aerospace Center (DLR). Air Transport and Airport Research. Cologne, Germany.

<<http://www.dlr.de/fw/Portaldata/42/Resources/dokumente/paper/GRIMME-NR206.pdf> >

National Aeronautics and Space Research Centre of Germany, <[www.dlr.de](http://www.dlr.de) >

#### **Referencias sobre accesibilidad por Múnich**

Europten, <[www.europten.com](http://www.europten.com) >

Munich Airport, <[www.munich-airport.de](http://www.munich-airport.de) >

Süddeutsche Zeitung, <[www.sueddeutsche.de](http://www.sueddeutsche.de) >

#### **Referencias sobre accesibilidad por Berlín**

Berlin-Schönefeld airport<[www.berlin-airport.de](http://www.berlin-airport.de) >

FBB. (2016), *Pres kit. Flughafen Berlin Brandenburg GmbH*. Flughafen Berlin Brandenburg. June

2016. <[http://www.berlin-airport.de/en/documents/press/basisinformationen/2016-06-09-Press-Kit-Flughafen-Berlin-Brandenburg-GmbH\\_engl.pdf](http://www.berlin-airport.de/en/documents/press/basisinformationen/2016-06-09-Press-Kit-Flughafen-Berlin-Brandenburg-GmbH_engl.pdf) >

SMART, B. (2009), *The expansion of Berlin-Brandenburg International Airport*. Massachusetts Institute of Technology. December 2009.

<[http://ardent.mit.edu/airports/ASP\\_exercises/2009%20reports/Berlin%20Brandenburg%20Airport%20--%20Bret%20Smart.pdf](http://ardent.mit.edu/airports/ASP_exercises/2009%20reports/Berlin%20Brandenburg%20Airport%20--%20Bret%20Smart.pdf) >

#### **Referencias sobre accesibilidad por Viena**

CAT train, <[www.cityairporttrain.com](http://www.cityairporttrain.com) >

Guía turística de Viena, <[www.wien.info](http://www.wien.info) >

Infrastruct, <[www.infrastruct.wordpress.com](http://www.infrastruct.wordpress.com) >

Vienna Airport, <[www.viennaairport.com](http://www.viennaairport.com) >

#### **Referencias sobre accesibilidad por Milán**

Aeroporti Lombardi, <[www.mxpairport.it](http://www.mxpairport.it) >

Airport trains, <[www.trainmilanmalpensa.com](http://www.trainmilanmalpensa.com) >

ASSTRA. (2013), *Collaborazione ferro-aria. Il collegamento ferroviario al terminal T2*

dell'aeroporto di Malpensa. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Roma, 31 gennaio – 1 febbraio 2013. <[file:///C:/Users/usuario/Downloads/P17\\_CROCE.pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/P17_CROCE.pdf) >

GARA. (2015), *AirRail Italia 2015*. Airport Rail Connectivity and Passenger Experience Conference. 12<sup>th</sup> November, Milan.  
<<https://www.globalairrail.com/images/content/publications/brochures/AirRail%20Italia%20E-book-2.pdf>>

Malpensa Airport, <[www.milanomalpensa-airport.com](http://www.milanomalpensa-airport.com)>

Malpensa Express, <[www.malpensaexpress.it](http://www.malpensaexpress.it)>

Railway Gazette, <[www.railwaygazette.com](http://www.railwaygazette.com)>

SUPSI. (2011), *Relazioni e opportunità comuni fra Milano e il Canton Ticino. AlpTransit 2019: un futuro ad alta velocità per il Ticino?*. Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana. Lugano-Trevano, 24 marzo 2011.  
<[file:///C:/Users/usuario/Downloads/11\\_Convegno\\_Alptransit\\_240311\\_Salucci.pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/11_Convegno_Alptransit_240311_Salucci.pdf)>

Trenord, <[www.trenord.it](http://www.trenord.it)>

Urbanpromo, <[www.urbanpromo.it](http://www.urbanpromo.it)>

#### **Referencias sobre accesibilidad por Roma**

Aeroporti di Roma, <[www.adr.it](http://www.adr.it)>

Gruppo Ferrovie Dello Stato Italiane, <[www.trenitalia.com](http://www.trenitalia.com)>

Gazzetta Dei Trasporti, <[www.gazzettadeitrasporti.it](http://www.gazzettadeitrasporti.it)>

FABRETTI, F. (2004), *The Leonardo Express*. Latest Trends in Air-Rail Links. Japan Railway & Transport Review, 39. July 2004. <[http://www.ejrcf.or.jp/jrtr/jrtr39/pdf/f15\\_fab.pdf](http://www.ejrcf.or.jp/jrtr/jrtr39/pdf/f15_fab.pdf)>

Ferrovie Dello Stato Italiane, <[www.fsitaliane.it](http://www.fsitaliane.it)>

International Railway Journal, <[www.railjournal.com](http://www.railjournal.com)>

#### **Referencias sobre accesibilidad por ferrocarril**

ACRP. (2008), *Ground Access to Major Airports by Public Transportation*. Report 4. Transportation Research Board. Washington D.C, 2008.  
<[http://aci-na.org/static/entransit/acrp\\_access\\_to\\_airports.pdf](http://aci-na.org/static/entransit/acrp_access_to_airports.pdf)>

EICHINGER, A. y KNORR, A. (2004). *Potential and Limitations of Air-rail links-A General Overview*. Institute for World Economics and International Management. Universität Bremen.  
< <http://www.iwim.uni-bremen.de/publikationen/pdf/w034.pdf> >

EUROPEAN COMMISSION. (2010), *Analyses of the European air transport market. Airport Accessibility in Europe*. Air Transport and Airport Research.  
<<http://ec.europa.eu/transport/modes/air/studies/doc/intermodality/2010-airport-accessibility-in-eu.pdf>>

- GARA. (2015), *Airport Express Directory*. Global Air-Rail Market Share Benchmarking. Report 2015.  
<[https://www.globalairrail.com/images/Airport\\_Express\\_Booklet\\_2015/Smallest%20File%20Size%20new-%20GARA%20Dedicated%20Airport%20Express%20Book.pdf](https://www.globalairrail.com/images/Airport_Express_Booklet_2015/Smallest%20File%20Size%20new-%20GARA%20Dedicated%20Airport%20Express%20Book.pdf) >
- IARO. (2013), *Submission to the Network Rail's Long Term Planning Process. LongDistance, Regional Urban and London and South East Market Studies*.  
<<http://www.networkrail.co.uk/browse%20documents/market%20studies/london%20and%20south%20east%20market%20study%20consultation%20responses/i/international%20air%20rail%20organisation.pdf> >
- IARO. (2015), *What happens to mode share when trains start running to airports?*. International Air Rail Organisation. Second edition 2015.  
<<http://iaro.com/sitefiles/startup2.pdf> >
- KOTOS, A. , TACZANOWSKI, J. y TRZEPACZ, P. (2012). *Connecting airports with cities. Perspectives of air-rail links development in central Europe*. Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ. Krakow, 2012.  
<[http://www.wuj.pl/UserFiles/File/Prace%20Geograficzne%20130/07\\_Kolos.pdf](http://www.wuj.pl/UserFiles/File/Prace%20Geograficzne%20130/07_Kolos.pdf) >
- KOUWENHOVEN, M. (2008). *The Role of Accessibility in Passengers' Choice of Airports*. Discussion paper. Organisation for economic co-operation and development (OECD). International Transport Forum. The Hague, Netherlands. August 2008.  
<<http://www.significance.nl/papers/2008-OECD-Accessibility-in-Passengers-Choice-of-Airports.pdf> >
- MAGAÑA, N. y ROBUSTÉ, F. (2000). *Estrategias para incentivar el uso del transporte público en los aeropuertos*. IV Congreso de Ingeniería del Transporte: Calidad e Innovación en los Transportes.
- MODAIR. (2013), *Report on interconnectivity of European airports*. Seventh Framework Programme (FP7) < [http://airbeam.eu/modair/doc/ModAir\\_D3.2.pdf](http://airbeam.eu/modair/doc/ModAir_D3.2.pdf) >
- VAN DEN BROEK, L. y NABIELEK, K. (2005). *Atlas of airports in northwest europa*. Ruimtelijk Planbureau. Netherlands Institute for Spatial Research. January 2005.  
<<http://static.digischool.nl/ak/legotheek/artikelen/airports.pdf> >
- VARIOS AUTORES. (2011), *L'accessibilité terrestre aux grands aéroports européens: quelle desserte pour un bon usage des transports collectifs?*. IAU île-de-France. (182 páginas)  
<[https://www.iau-idf.fr/fileadmin/NewEtudes/Etude\\_829/L\\_accessibilite\\_terrestre\\_aux\\_grands\\_aeroports\\_europeens.pdf](https://www.iau-idf.fr/fileadmin/NewEtudes/Etude_829/L_accessibilite_terrestre_aux_grands_aeroports_europeens.pdf) >

### **Referencias sobre ferrocarril de Alta Velocidad**

FERNÁNDEZ BRAVO, S. (2015), *Presente y futuro de la alta velocidad en el mundo*. Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Infraestructura del Transport i del Territori  
< <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/77299/722-TES-CA-6410.pdf> >

LÓPEZ PITA, A. (2014), *Líneas de ferrocarril de alta velocidad. Planificación, construcción y explotación*. Editorial Garceta (286 páginas). ISBN: 978-84-1545-285-0

### **Referencias sobre complementariedad tren-avión**

ACRP. (2010), *Airport Passenger Terminal Planning and Design*. Report 25. Transportation Research Board. Washington D.C, 2010. <<http://docplayer.net/8360505-Acrp-report-25-airport-passenger-terminal-planning-and-design-volume-1-guidebook-airport-cooperative-research-program.html> >

AMADOR GUERRERO, R. (2014), *The connection of Madrid-Barajas airport to the high-speed rail network*. Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Infraestructura, Transport i Territori.  
< <http://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/23146> >

ARC. (2009), *Intermodality in Airport Regions*. <<http://arc.techvertising.ro/wp-content/uploads/Intermodality-in-Airport-Regions-20091.pdf> >

BORY, M-P. (1999), *Air-Rail Intermodality: Optimizing Airport Capacity*. Japan Railway & Transport Review 19. March 1999. < [http://www.ejrcf.or.jp/jrtr/jrtr19/pdf/F28\\_Bory.pdf](http://www.ejrcf.or.jp/jrtr/jrtr19/pdf/F28_Bory.pdf) >

CHI, A (2004), *Do high-speed trains really promote airports?* Working paper, Laboratoire d'Economie des Transports, Lyon.

COKASOVA, A. (2003), *Modelling of air-rail intermodality from passenger perspective at major European airports*. Eurocontrol, Experimental Centre (EC). Phd Thesis of the University of Zilina. <[http://www.eurocontrol.fr/Newsletter/2003/March/Intermodality/FINAL\\_THESIS.pdf](http://www.eurocontrol.fr/Newsletter/2003/March/Intermodality/FINAL_THESIS.pdf) >

DUARTE COSTA, J. (2012), *Factors of air-rail intermodality*. Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa.  
<<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395145005436/dissertacao.pdf> >

EUROPEAN COMMISSION. *Intermodal Passenger Transport in Europe. Passenger intermodality from A to Z*. The European forum on intermodal passenger travel.  
< [http://www.rupprecht-consult.eu/uploads/tx\\_rupprecht/LINK\\_Guidance\\_Brochure.pdf](http://www.rupprecht-consult.eu/uploads/tx_rupprecht/LINK_Guidance_Brochure.pdf) >

LENOIR, N. y LAPLACE, I. (2006). *Rail deregulation in Europe, and prospects of air rail integration*. Air Transport Research Society World Conference. Nagoya, Japan. May 2006  
< <https://hal-enac.archives-ouvertes.fr/hal-01021781/document> >

LÓPEZ PITA, A. (2003), *Alta velocidad y conexiones aeroportuarias*. Ediciones UPC (140 páginas). Primera edición, febrero de 2003. ISBN: 8483016834



## **-Referencias-**

---

RUBY LEE CLEWLOW, R. (2012). *The Climate Impacts of High-Speed Rail and Air Transportation: A Global Comparative Analysis*. Massachusetts Institute of Technology (MIT). Engineering Systems Division. < [http://web.mit.edu/hsr-group/documents/Clewlow\\_Thesis\\_2012.pdf](http://web.mit.edu/hsr-group/documents/Clewlow_Thesis_2012.pdf) >

VARIOS AUTORES. (2013), *An aviation stakeholder's view on intermodality*. Community Observatory on airport capacity.  
<<http://ec.europa.eu/transparency/regexpert/index.cfm?do=groupDetail.groupDetailDoc&id=10588&no=2> >

### **Referencias sobre Madrid**

*El Economista*, < <http://www.eleconomista.es/empresas-finanzas/noticias/6542837/03/15/Iberia-propone-conectar-Barajas-al-AVE-pero-no-compromete-financiacion.html> >

*La Razón*, < <http://www.larazon.es/local/madrid/atocha-agiliza-la-conexion-entre-el-ave-y-barajas-en-cercanias-JB11102946#.Ttt1y5fRJDhpvPe> >

*La Vanguardia*, < <http://www.lavanguardia.com/vangdata/20150914/54435258890/evolucion-trafico-pasajeros-aeropuertos-espanoles-2004-2014.html> >

### **Referencias sobre Barcelona**

*Blog de Camins*, <<http://blog.camins.cat/2015/02/03/laccess-ferroviari-de-laeroport-de-barcelona-es-una-infraestructura-necessaria-i-urgent/> >

*Blog de Camins*, <<http://blog.camins.cat/2014/04/08/les-connexions-ferroviaries-a-laeroport-de-barcelona/> >

*Blog de Licitacivil*, <<http://www.licitacivil.com/noticias/obras-de-la-lanzadera-ferroviaria-al-aeropuerto-de-barcelona-el-prat.htm> >

CASTRO FERRÉ, M. y VERDÚ SABATER, L. (2012). *Lanzamiento del servicio “Aparcamiento de Bajo Coste” en el Aeropuerto de Barcelona*. Trabajo Final de Carrera. Escola d’Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels. 20 de julio de 2012.  
<<http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/16056/memoria.pdf> >

*El nacional* <[http://www.elnacional.cat/ca/economia/l-aeroport-del-prat-milions-de-pasatgers-transport-insuficient\\_101652\\_102.html#](http://www.elnacional.cat/ca/economia/l-aeroport-del-prat-milions-de-pasatgers-transport-insuficient_101652_102.html#) >

GENERALITAT DE CATALUNYA (2013), *Implantació d’una nova llançadora ferroviària Barcelona-Aeroport T1*. 6 de Juny de 2013.  
<[http://premsa.gencat.cat/pres\\_fsvp/docs/2013/06/06/10/50/60eba082-9c4f-4fd6-ac11-19fc74485da0.pdf](http://premsa.gencat.cat/pres_fsvp/docs/2013/06/06/10/50/60eba082-9c4f-4fd6-ac11-19fc74485da0.pdf) >

*La Vanguardia*, <<http://www.lavanguardia.com/vangdata/20150914/54435258890/evolucion-traffic-pasajeros-aeropuertos-espanoles-2004-2014.html>>

LÓPEZ PITA, A. (2003), *Los orígenes en España de las conexiones aeroportuarias de las líneas de alta velocidad*. Congreso de Historia Ferroviaria. Siglo y Medio de Ferrocarril en Asturias. Gijón, Asturias, 2003. < <http://www.docutren.com/HistoriaFerroviaria/Gijon2003/pdf/td6.pdf> >

Ministerio de fomento, <<http://www.fomento.es/MFOMBPrensa/Noticias/Pastor-asiste-al-inicio-de-las-obras-de-la-al-de/000e64c1-0856-44ae-8a04-02142bcc1804> >

# Índice de acrónimos

---

Aeropuerto de LONDRES/HEATHROW .....	LHR
Aeropuerto de PARÍS/CHARLES DE GAULLE-ROISSY .....	CDG
Aeropuerto de BRUSELAS/ZAVENTEM .....	BRU
Aeropuerto de ÁMSTERDAM/SCHIPHOL .....	AMS
Aeropuerto de FRANKFURT/FRANKFURT AM MAIN .....	FRA
Aeropuerto de MÚNICH/FRANZ JOSEF STRAUSS .....	MUC
Aeropuerto de BERLÍN/SCHÖNEFELD .....	SXF
Aeropuerto de BERLÍN/BRANDENBURG .....	BER
Aeropuerto de VIENA/SCHWECHAT .....	VIE
Aeropuerto de MILÁN/MALPENSA .....	MXP
Aeropuerto de ROMA/FIUMICINO .....	FCO
Aeropuerto de LYON/SAINT-EXUPÉRY .....	LYS
Aeropuerto de MADRID/BARAJAS .....	MAD
Aeropuerto de BARCELONA/EL PRAT .....	BCN
Ferrocarril de Alta Velocidad .....	AV

# Índice de figuras

---

<b>Figura 3.1</b> Densidad de población en Europa .....	4
<b>Figura 3.2</b> Espacios económicos en Europa .....	4
<b>Figura 3.3</b> Aeropuerto de Heathrow .....	7
<b>Figura 3.4</b> Conexión en anillo del metro en LHR .....	7
<b>Figura 3.5</b> Tiempos de acceso vía H. Express .....	7
<b>Figura 3.6</b> Distribución modal de acceso a Heathrow en 2014 .....	8
<b>Figura 3.7</b> Accesibilidad al aeropuerto de Heathrow por ferrocarril .....	9
<b>Figura 3.8</b> Aeropuerto de CDG y estaciones ferroviarias .....	10
<b>Figura 3.9</b> Principales alternativas de trazado para el TGV-Norte .....	11
<b>Figura 3.10</b> Posibles enlaces de AV con el aeropuerto de CDG .....	11
<b>Figura 3.11</b> Esquema de las conexiones ferroviarias en CDG .....	12
<b>Figura 3.12</b> Conexión de la línea TGV-Interconexión con el aeropuerto de CDG .....	12
<b>Figura 3.13</b> Distribución modal de acceso a CDG en 2008 .....	13
<b>Figura 3.14</b> Evolución de los usuarios intermodales TGV-avión en CDG .....	13
<b>Figura 3.15</b> Línea ferroviaria entre Bruselas y el aeropuerto de Zaventem hasta 2005 .....	14
<b>Figura 3.16</b> Conexión ferroviaria en BRU desde el año 2005 hasta el año 2012 .....	15
<b>Figura 3.17</b> Curva de Nossegem inaugurada en 2005 y entrada subterránea de la línea hacia la estación del aeropuerto .....	15
<b>Figura 3.18</b> Proyecto Diabolo .....	16
<b>Figura 3.19</b> Distribución modal de acceso a BRU en 2011 .....	17
<b>Figura 3.20</b> Acceso por carretera al aeropuerto de Schiphol en 1980 y líneas ferroviarias existentes en la ciudad .....	19
<b>Figura 3.21</b> Desarrollo de la infraestructura ferroviaria hacia Schiphol (1979-2007) .....	19
<b>Figura 3.22</b> Trazado de la línea de ferrocarril en el aeropuerto de Schiphol .....	20
<b>Figura 3.23</b> Distribución modal de acceso a AMS en 2008 .....	21

<b>Figura 3.24</b> Trazado de la línea de AV .....	22
<b>Figura 3.25</b> Esquema del aeropuerto de FRA y los accesos ferroviarios .....	23
<b>Figura 3.26</b> Conexión de la línea ferroviaria regional al aeropuerto de Frankfurt .....	24
<b>Figura 3.27</b> Estación de AV de FRA y pasarela de conexión a la T1 .....	25
<b>Figura 3.28</b> Alternativas de trazado para el acceso al aeropuerto de Frankfurt de la línea de AV Colonia-Frankfurt .....	26
<b>Figura 3.29</b> Esquema de enlaces ferroviarios en el entorno del aeropuerto de FRA .....	26
<b>Figura 3.30</b> Distribución modal de acceso a FRA en 2015 .....	27
<b>Figura 3.31</b> Esquema del aeropuerto de MUC y de las estaciones ferroviarias .....	28
<b>Figura 3.32</b> Trazados líneas S1 y S8 .....	29
<b>Figura 3.33</b> Entrada al túnel del aeropuerto de MUC.....	29
<b>Figura 3.34</b> Trazado del enlace de <i>Neufahrn</i> hacia el aeropuerto .....	29
<b>Figura 3.35</b> Alternativas de trazado para la conexión ferroviaria con el aeropuerto de MUC desde el N y NE de Baviera .....	30
<b>Figura 3.36</b> Cierre del anillo de Erding y Curva de Neufahrner .....	31
<b>Figura 3.37</b> Distribución modal de acceso a MUC en 2015 .....	32
<b>Figura 3.38</b> Aeropuertos de Berlín dentro del estado de Berlín .....	32
<b>Figura 3.39</b> Posición relativa de la estación ferroviaria en el aeropuerto de SXF .....	33
<b>Figura 3.40</b> Red ferroviaria conectada al aeropuerto de SXF .....	33
<b>Figura 3.41</b> Futura conexión ferroviaria con BER .....	34
<b>Figura 3.42</b> Conexión ferroviaria en el aeropuerto de VIE .....	35
<b>Figura 3.43</b> Trayectos de las líneas que conectan la ciudad de Viena con el aeropuerto .....	36
<b>Figura 3.44</b> Acceso ferroviario de un servicio S7 al aeropuerto a través del túnel del oeste ...	37
<b>Figura 3.45</b> Plataformas de la estación ferroviaria del aeropuerto de Viena .....	37
<b>Figura 3.46</b> Mostradores del tren CAT para facturar el equipaje en la terminal de la estación de <i>Mitte</i> .....	37
<b>Figura 3.47</b> Distribución modal de acceso a VIE en 2010 .....	38
<b>Figura 3.48</b> Posición relativa de los aeropuertos de Milán .....	39

<b>Figura 3.49</b> Ramal ferroviario en rojo para conectar el aeropuerto de MXP con Milán .....	39
<b>Figura 3.50</b> Red ferroviaria de acceso a MXP .....	40
<b>Figura 3.51</b> Acceso ferroviario desde MXP a Suiza .....	41
<b>Figura 3.52</b> Distribución modal de acceso a MXP en 2013 .....	42
<b>Figura 3.53</b> Extensión de la línea de la T1 hasta la T2.....	42
<b>Figura 3.54</b> Variante ferroviaria a FCO .....	43
<b>Figura 3.55</b> Ubicación de la estación en FCO .....	43
<b>Figura 3.56</b> Trazados ferroviarios de los diferentes accesos ferroviarios a FCO .....	44
<b>Figura 3.57</b> Distribución modal de acceso a FCO en 2005 .....	45
<b>Figura 3.58</b> Cuotas de mercado del ferrocarril en los aeropuertos analizados .....	47
<b>Figura 4.1</b> Distribución modal de acceso a Heathrow según el tipo de viajero .....	50
<b>Figura 4.2</b> Modos de acceso a un aeropuerto .....	52
<b>Figura 4.3</b> Evolución temporal de las conexiones ferroviarias en los aeropuertos de las principales ciudades europeas .....	54
<b>Figura 4.4</b> Conexión ferroviaria no directa en el aeropuerto de Berlín-Schönefeld .....	56
<b>Figura 4.5</b> Tren ligero DLR en la estación de London City .....	57
<b>Figura 4.6</b> Metro de Londres en la parada de la Terminal 4 en Heathrow .....	57
<b>Figura 4.7</b> Acabado interior del Heathrow Express .....	58
<b>Figura 4.8</b> Acabado interior del metro de Londres .....	58
<b>Figura 4.9</b> Trazados del CDG Express y del RER B .....	59
<b>Figura 4.10</b> Pasante insertada en la línea general de AV .....	60
<b>Figura 4.11</b> Variante en anillo de 180º .....	61
<b>Figura 4.12</b> Variante en anillo conectando con otra línea en BRU .....	62
<b>Figura 4.13</b> Variante en antena en el aeropuerto de Ámsterdam .....	62
<b>Figura 4.14</b> Conexión en <i>cul-de-sac</i> del final de la línea S8 hasta MUC.....	63
<b>Figura 4.15</b> Conexiones en variante tipo ramal y tipo anillo en el aeropuerto de LHR .....	63
<b>Figura 5.1</b> Servicio ferroviario ICE de AV .....	66
<b>Figura 5.2</b> Red de AV europea en el año 2013 .....	67



<b>Figura 5.3</b> Ejemplo de competitividad entre el avión y la AV .....	68
<b>Figura 5.4</b> Variación de la cuota de mercado del ferrocarril de AV en función del exceso de tiempo de viaje respecto el avión .....	69
<b>Figura 5.5</b> Mercados potenciales para el avión y el ferrocarril .....	69
<b>Figura 5.6</b> Ejemplo de complementariedad entre el avión y la AV.....	70
<b>Figura 5.7</b> Ejemplo de competitividad entre el avión y la AV .....	70
<b>Figura 5.8</b> Ejemplo de cooperación entre el avión y la AV .....	71
<b>Figura 5.9</b> Intermodalidad entre la AV y el avión en el aeropuerto de Düsseldorf .....	73
<b>Figura 5.10</b> Tiempo de viaje puerta a puerta por modo de transporte .....	74
<b>Figura 5.11</b> % de vuelos retrasados en Europa .....	75
<b>Figura 5.12</b> Mayor confort espacial del ferrocarril de AV .....	75
<b>Figura 5.13</b> Ruido en el interior de cada modo de transporte .....	75
<b>Figura 5.14</b> Eficacia energética de los trenes de AV y del avión .....	76
<b>Figura 5.15</b> Emisiones de CO <sub>2</sub> por cada 100 viajeros/km de la AV y del avión .....	76
<b>Figura 5.16</b> Situación actual y futura de las conexiones aeroportuarias a la red de AV en el marco europeo .....	79
<b>Figura 5.17</b> Conexiones de AV a partir de una conexión existente en Roma .....	81
<b>Figura 5.18</b> Conexiones de AV da partir de una conexión existente en Viena .....	81
<b>Figura 5.19</b> Posibles enlaces de AV con el aeropuerto de CDG .....	82
<b>Figura 5.20</b> Conexiones de AV da partir de la construcción de una nueva línea de AV en la ciudad de París .....	83
<b>Figura 5.21</b> Conexiones de AV da partir de la construcción de una nueva línea de AV en Bruselas .....	83
<b>Figura 5.22</b> Conexiones de AV da partir de la construcción de una nueva línea de AV en Ámsterdam .....	84
<b>Figura 5.23</b> Conexiones de AV da partir de la construcción de una nueva línea de AV en Frankfurt .....	84

<b>Figura 5.24</b> Conexiones de AV da partir de la construcción de una nueva línea de AV en la ciudad de Lyon .....	84
<b>Figura 5.25</b> Línea de AV París-Lyon .....	86
<b>Figura 5.26</b> Estación de AV en el aeropuerto de LYS .....	86
<b>Figura 5.27</b> Líneas de AV en el área urbana de la ciudad de Lyon .....	86
<b>Figura 5.28</b> Pasajeros intermodales avión-TGV y cuota de pasajeros intermodales sobre el total de pasajeros aéreos en CDG .....	87
<b>Figura 5.29</b> Pasajeros intermodales avión-TGV y cuota de pasajeros intermodales sobre el total de pasajeros aéreos en LYS .....	87
<b>Figura 6.1</b> Esquema del aeropuerto de MAD y la disposición de sus terminales .....	90
<b>Figura 6.2</b> Conexión de la línea 8 de metro al aeropuerto de MAD .....	90
<b>Figura 6.3</b> Nueva conexión de la línea C1 de cercanías a la T4 del aeropuerto de MAD .....	91
<b>Figura 6.4</b> Posición relativa de la red de AV en la ciudad de Madrid respecto del aeropuerto de MAD .....	92
<b>Figura 6.5</b> Diagrama esquemático de la red de AV en Madrid en relación al aeropuerto de Madrid-Barajas .....	92
<b>Figura 6.6</b> Alternativas para conectar el aeropuerto de MAD a la red de AV mediante una variante en pasante .....	93
<b>Figura 6.7</b> Conexión del aeropuerto de MAD a partir de la prolongación de los servicios de AV a través de la línea de Cercanías .....	93
<b>Figura 6.8</b> Evolución del tráfico anual de pasajeros en el aeropuerto de Madrid .....	94
<b>Figura 6.9</b> Posición relativa del aeropuerto y las terminales respecto la ciudad .....	95
<b>Figura 6.10</b> Trazado de la actual línea ferroviaria de cercanías que conecta la ciudad de Barcelona con el aeropuerto del Prat .....	96
<b>Figura 6.11</b> Esquema de la conexión en metro al aeropuerto de Barcelona .....	96
<b>Figura 6.12</b> Recorrido y tiempos de trayecto de la futura conexión lanzadera .....	97
<b>Figura 6.13</b> Conexión ferroviaria de la futura lanzadera con el aeropuerto de Barcelona .....	98
<b>Figura 6.14</b> Evolución del tráfico anual de pasajeros en el aeropuerto de BCN .....	98

<b>Figura 6.15</b> Trazado final de la línea de AV Madrid-Barcelona a su paso por el aeropuerto y la ciudad de Barcelona .....	99
<b>Figura 6.16</b> Alternativa 1 considerada para el acceso a Barcelona de la línea de AV .....	100
<b>Figura 6.17</b> Alternativa 2 “solución bucle” considerada para el acceso al aeropuerto de la línea de AV .....	100
<b>Figura 6.18</b> Alternativa 3 “paso directo” considerada para el acceso al aeropuerto de la línea de AV .....	100
<b>Figura 6.19</b> Conexiones actuales con el aeropuerto de BCN y trazado final de la línea de AV Madrid-Barcelona a su paso por el aeropuerto .....	101
<b>Figura 7.1</b> Cuotas de mercado del ferrocarril en los aeropuertos analizados .....	103
<b>Figura 7.2</b> Modos de acceso a un aeropuerto .....	103
<b>Figura 8.1</b> Conexión de AV a partir de una conexión existente en Roma .....	112
<b>Figura 8.2</b> Conexión de AV a partir de la construcción de una nueva línea en la ciudad de Frankfurt .....	112

# Índice de tablas

---

<b>Tabla 3.1</b> Capitales europeas más importantes a nivel económico .....	5
<b>Tabla 3.2</b> Ciudades de estudio del presente trabajo .....	5
<b>Tabla 3.3</b> Aeropuertos de la ciudad de Londres .....	6
<b>Tabla 3.4</b> Prestaciones de los diferentes modos de acceso por ferrocarril.....	9
<b>Tabla 3.5</b> Aeropuertos de la ciudad de París .....	9
<b>Tabla 3.6</b> Aeropuertos de la ciudad de Bruselas .....	14
<b>Tabla 3.7</b> Reducción de los tiempos de viaje gracias al <i>Proyecto Diabolo</i> .....	18
<b>Tabla 3.8</b> Aeropuerto de la ciudad de Ámsterdam .....	18
<b>Tabla 3.9</b> Aeropuertos de la ciudad de Frankfurt .....	23
<b>Tabla 3.10</b> Aeropuerto de la ciudad de Múnich .....	28
<b>Tabla 3.11</b> Aeropuertos de la ciudad de Berlín .....	32
<b>Tabla 3.12</b> Aeropuerto de la ciudad de Viena .....	35
<b>Tabla 3.13</b> Prestaciones de los diferentes accesos por ferrocarril desde el centro de Viena hasta el aeropuerto de VIE .....	38
<b>Tabla 3.14</b> Aeropuertos de la ciudad de Milán .....	38
<b>Tabla 3.15</b> Aeropuertos de la ciudad de Roma .....	42
<b>Tabla 3.16</b> Servicios ferroviarios en los aeropuertos de las principales ciudades Europeas ....	46
<b>Tabla 4.1</b> Cuotas de mercado de los diferentes modos de acceso en los aeropuertos estudiados en el capítulo 3 .....	49
<b>Tabla 4.2</b> Distribución modal hacia el aeropuerto de Heathrow .....	51
<b>Tabla 4.3</b> Comparativa de los tiempos de viaje y costes para los diferentes modos de acceso a LHR desde el centro de Londres .....	51
<b>Tabla 4.4</b> Clasificación de las conexiones ferroviarias existentes en los aeropuertos de las principales ciudades europeas .....	64

<b>Tabla 5.1</b> Comparativa de la capacidad de transporte y costes de adquisición entre el ferrocarril de AV y el avión .....	77
<b>Tabla 5.2</b> Tipología de las conexiones ferroviarias de Alta Velocidad en los aeropuertos .....	85
<b>Tabla 5.3</b> Demanda de pasajeros para los aeropuertos de París-CDG y Lyon Saint-Exupéry el año 2008 .....	87
<b>Tabla 6.1</b> Conexiones ferroviarias en los aeropuertos españoles .....	89
<b>Tabla 6.2</b> Distribución modal de acceso al aeropuerto de Barajas en función del año .....	94
<b>Tabla 6.3</b> Distribución modal de acceso al aeropuerto del Prat en función del año .....	99
<b>Tabla 7.1</b> Ventajas e inconvenientes de los diferentes tipos de servicios ferroviarios que pueden conectar un aeropuerto .....	104
<b>Tabla 7.2</b> Tipos de conexiones según la ubicación de la estación y según el trazado ferroviario de acceso .....	105

